

# WM.

# AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE



EL AGUA, FUENTE DE VIDA  
2005-2015

## EDITORIAL

Ramiro Aurín Lopera **2**

## AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE:

APLICACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE  
RELACIONADOS CON EL AGUA. LA RELEVANCIA DE LA TECNOLOGÍA

Josefina Maestu **4**

## AGUA Y AGRICULTURA PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE

Olcay Ünver **12**

## DISEÑAR PARA LA CONFIABILIDAD CLIMÁTICA:

SUPERAR LA INCERTIDUMBRE EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA

John H. Matthews  
Guillermo Mendoza **20**

## ACCIÓN RESPONSABLE:

LA EMPRESA Y LOS DERECHOS HUMANOS AL AGUA Y SANEAMIENTO

Mai-Lan Ha **30**

## LA EVALUACIÓN DE RIESGOS COMO HERRAMIENTA

PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA, EL SANEAMIENTO Y LA SALUD

Kyana R.L. Young  
Joan B. Rose **38**

## LOS PREMIOS AGUA, FUENTE DE VIDA

Josefina Maestu  
Gareth George **44**

## AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE:

RETOS PARA LA INGENIERÍA CIVIL (versión reducida)

Tomás A. Sancho Marco **54**

## AGUA PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

NUEVO PARADIGMA, NUEVA VISIÓN

Ángel Simón Grimaldos **68**

## COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN REGIONAL

PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA:

LA CONFERENCIA DE DIRECTORES IBEROAMERICANOS DEL AGUA (CODIA)

Liana Ardiles **74**

## RETOS HÍDRICOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE ÁFRICA

Adama Nombre **82**

## AGUA Y VIVIENDA SOSTENIBLES

Emiliano Rodríguez Briceño **92**

AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

WM 3 - 2015

• **Consejo de administración**-Josefina Maestu Unturbe • Tomás A. Sancho Marco • **Consejo de redacción**-Josefina Maestu Unturbe • Tomás A. Sancho Marco • Ramiro Aurín Lopera • **Director**-Ramiro Aurín Lopera • **Dirección de producción editorial**-Marta López Raurell • **Colaboradores**-Josefina Maestu Unturbe • Olcay Ünver • John H. Matthews • Guillermo Mendoza • Mai-Lan Ha • Kyana R.L. Young • Joan B. Rose • Gareth George • Tomás A. Sancho Marco • Ángel Simón Grimaldos • Liana Ardiles • Adama Nombre • Emiliano Rodríguez Briceño • **Corrección de textos y traducción**-José Francisco Sáez Rubio • Raquel Cubero Calero • **Ilustraciones y portada**-Hiroshi Kitamura • **Diseño, maquetación y producción gráfica**-Intercom Strategys S.L. • **Impresión y encuadernación**-Gráficas Ortells S.L. • **Administración**-www.intercomstrategys.com / info@intercomstrategys.com • **Edita**-Oficina de Naciones Unidas de apoyo al Decenio «El agua, fuente de vida» 2005-2015/Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio • WCCE - World Council of Civil Engineers • Fundación Aquae



Esta publicación no necesariamente comparte las opiniones de sus colaboradores.

Las opiniones expresadas en esta publicación son responsabilidad del equipo editorial y no reflejan necesariamente las del Secretariado de Naciones Unidas ni las de la Oficina de Naciones Unidas de apoyo al Decenio Internacional para la Acción (ONU-DiPA) "El agua, fuente de vida" 2005-2015.

Las denominaciones empleadas y la presentación del material incluido en esta publicación no implican la expresión de ninguna opinión ni la toma de posición por parte del Secretariado de Naciones Unidas ni de la ONU-DiPA "El agua, fuente de vida" 2005-2015 con relación a la situación jurídica de ningún país, territorio, ciudad o área o sus autoridades o acerca de la delimitación de sus fronteras o límites.

Está prohibida la reproducción total o parcial de cualquier texto o material gráfico del presente número, por cualquier medio, excepto autorización expresa y por escrito de los editores previo acuerdo con los correspondientes autores.

¿Agua y desarrollo sostenible? ¿Es esa la cuestión? ¿Y la vida sostenible? La vida sostenible necesita de salud y dignidad. Y la salud y la dignidad necesitan de agua y desarrollo. El agua es un bien limitado, cuya cantidad en el planeta es constante, pero cuya disponibilidad depende, más allá de las condiciones naturales de nuestra ubicación, de nuestra capacidad tecnológica. Por lo tanto una gestión sostenible del agua es *conditio sine qua non* para una vida sostenible, pero esa gestión sostenible no es una categoría moral, sino una función dependiente de las tecnologías disponibles en cada lugar y momento, pues de ellas depende la cantidad de recurso que podemos poner en juego para conseguir mayores niveles de salud y desarrollo.

Los primeros pasos hacia una disponibilidad sostenible de agua potable y saneamiento son los más importantes para conseguir una salud suficiente para una esperanza de vida digna de ese nombre. Son costosos y difíciles, no tanto en términos económicos como de necesidades de capacitación de difícil implementación, o por la dificultad institucional de aceptar que en los entornos no urbanos la sostenibilidad de la salud y la dignidad tiene soluciones distintas.

Es el agua sostenible la que marcará el perímetro del desarrollo sostenible. Y la disponibilidad de las tecnologías determinará el agua sostenible.

El conocimiento puesto a disposición de la gestión sostenible del agua genera salud a partir del acceso al agua necesaria, que se optimiza, y al saneamiento. Agua necesaria para las personas, la producción de alimentos y de energía para el desarrollo, que a su vez generará acceso a la educación como fundamental fuente de dignidad, que tomará forma de autonomía vital por acceso al conocimiento. Y se cierra el círculo para una vida sostenible.

Incorporar la eliminación de la pobreza como objetivo básico de la humanidad, y el reconocimiento del cambio climático devuelven a nuestra conciencia la incertidumbre, que nunca desapareció de forma real, y que nos ayudará a volver a poner el conocimiento en el centro de nuestra experiencia como especie.

Ramiro Aurín



Cortar el cordón umbilical y hacer compatible nuestra vida con la de la madre Tierra. (© Ilustración: Hiroshi Kitamura)

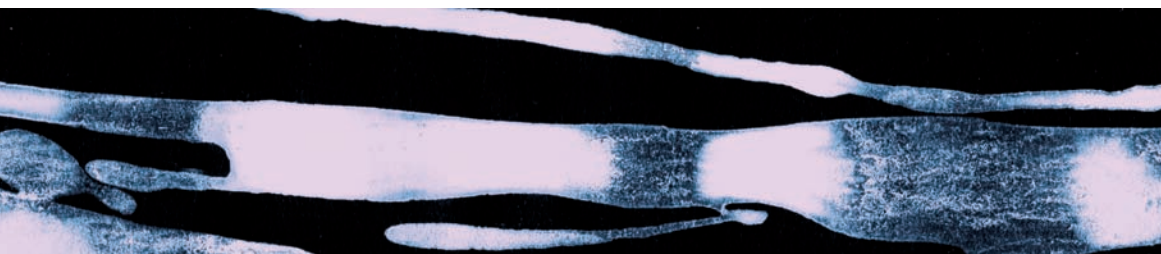
# AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE:

## APLICACIÓN DE LOS OBJETIVOS

### DE DESARROLLO SOSTENIBLE RELACIONADOS CON EL AGUA.

## LA RELEVANCIA DE LA TECNOLOGÍA

Josefina Maestu



**DESCRIPTORES:**  
ODS  
SANEAMIENTO  
GESTIÓN DEL AGUA  
TECNOLOGÍA

Con la conclusión y la evaluación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en el año 2015, una nueva agenda de desarrollo post-2015 se presentará basada en las lecciones de los últimos 15 años. Este nuevo programa estará integrado por 17 nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), lo que representa una expansión y un plan más ambicioso de medidas para ayudar a acabar con la pobreza en 2030.

El Objetivo 6 es una meta dedicada al agua – “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”. Esta agenda será adoptada por los Estados miembros en la Cumbre de Desarrollo Sostenible en septiembre de 2015.

El paso a la acción es abordado por la Meta 17 al referirse a los diferentes medios de implementación a utilizar para el logro de los objetivos. Esto incluye el desarrollo de capacidades, la financiación, las instituciones, las políticas, las asociaciones y la tecnología como catalizadores para este cambio. Algunos de los retos clave para la implementación de los diferentes objetivos de desarrollo sostenible relacionados con el agua son:

- *Agua, Saneamiento e Higiene – WASH:* Existe una necesidad de aumentar y localizar adecuadamente fuentes de financiación, capacidad institucional, apoyo político y la gestión de las incoherencias en la aplicación de la

legislación referida a este ámbito. Existe la necesidad de ampliar las tecnologías apropiadas y mejorar la capacidad para hacer frente a las desigualdades y hacer frente a los problemas de la defecación al aire libre, así como el saneamiento e higiene en escuelas y centros de salud.

- *Gestión del Recurso Agua – WRM:* La financiación es insuficiente y es necesaria una mejora de la financiación para la gestión de los recursos hídricos. Muchos países sufren en la actualidad un déficit de infraestructura. Sin un aumento importante en la inversión en su infraestructura hídrica, muchos países tendrán dificultades para cumplir con sus objetivos. Se ha avanzado poco en el pago por los servicios del recurso agua y los servicios para la protección de ecosistemas. También existen desafíos para la implementación de tecnologías apropiadas. La eficiencia hídrica en algunos países no se encuentra integrada en la gestión de los recursos hídricos. Pocos países han avanzado en la implementación de técnicas de mejora del riego y la recolección del agua de lluvia. “El beneficio tecnológico” debería abordarse para garantizar que la tecnología se convierta en un medio eficaz para alcanzar un desarrollo social y ecológicamente sostenibles. La falta de capacidad es también un problema. Los casos más típicos de la misma se refieren a la falta de capacidad humana, tanto en número como en conocimientos, para planificar y gestionar.

- *Calidad de las Aguas:* Existen muchos retos presentes en la implementación de sistemas de calidad de las aguas y la protección de los ecosistemas, que requieren, entre otros, la mejora de la financiación de las infraestructuras blandas y duras, el desarrollo de la capacidad institucional para el desarrollo de normas y reglamentos y su seguimiento y ejecución, la mejora de la información y la experiencia limitadas en la contabilización de la calidad del agua y la protección del ecosistema (escala, datos, verificación en el terreno y la pertinencia, cobertura y representatividad, valor añadido para la toma de decisiones, valoración monetaria), y la desconexión entre las regulaciones hídricas de usos del territorio.
- *Riesgos:* Los retos de implementación con respecto a la gestión de riesgos afectan sobre todo a las comunidades más pobres del mundo. Éstos incluyen la mejora de la financiación, la falta de acceso a los recursos financieros, la insuficiencia de las nuevas tecnologías, la falta de capacidad y el uso limitado de los conocimientos tradicionales, la mejora de la gobernanza del agua con un mayor énfasis en el propio recurso, garantizando la participación de todos los sectores nacionales pertinentes en acciones climáticas, la falta de discusión sobre las barreras institucionales y cómo superarlas, dificultando así las estrategias de adaptación, la falta de capacidad, habilidad y tiempo para acceder a recursos desde los gobiernos locales, el conocimiento sin explotar de las mujeres y la incompletitud, poca fiabilidad, inaccesibilidad o la falta de información hidrológica.



**Fig. 1. Voces de progreso.**  
@ Natalia Dejean-ORMAX.

# LA IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGÍA PARA IMPULSAR LA ACCIÓN

La Agenda post-2015 reconoce la importancia crítica del conocimiento como un motor de desarrollo humano y sostenibilidad. Como tal, la tecnología juega y jugará un papel vital en la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de relevancia hídrica para el 2030.

De hecho, las organizaciones del sistema de Naciones Unidas afirmaron que los crecimientos económico y demográfico han sido y seguirán siendo los principales impulsores de la demanda de agua y energía en un futuro próximo y presionarán aún más la aparición de escenarios de escasez de agua y energía. La transición hacia una sociedad desarrollada requiere un acceso seguro y adecuado al agua y la energía para sus ciudadanos, puesto que en la práctica tota-

lidad de bienes y servicios, el agua y la energía intervienen como factores de producción, y para el propio medio ambiente, ya que del suministro continuo de agua dulce dependen muchas fuentes de energía.

Una solución tecnológica innovadora crea un efecto dominó que puede transformar vidas. En Tanzania, las mujeres no podían desarrollar todo su potencial, ya que fueron marginadas, tornadas invisibles, silenciadas. La necesaria transformación tendría que implicar un cambio social radical – legitimar a estas mujeres y verlas hacer valer sus derechos en sus comunidades, distritos, y a nivel nacional. Las mujeres se veían lastradas por el hecho de que gestionar el agua era su deber. Los temas estaban tan arraigados culturalmente que parecía

inútil esperar el cambio dentro de un corto plazo de tiempo.

La primera ficha del dominó fue un mecanismo de concesión de microcréditos para el crecimiento – ésta fue la innovación tecnológica. La innovación fue la constatación de que, mientras que las mujeres podrían ser fáciles de marginar, los hombres de negocios exitosos no lo serían tanto. La segunda ficha de dominó fue así el empoderamiento económico. La tercera ficha del dominó tomó la forma de una voz organizada, exigiendo mejores capacidades para el ejercicio de los derechos de agua y saneamiento.[1] Desde el año 2006 –sólo hace nueve años– la situación de las mujeres en Tanzania se ha vuelto mucho más esperanzadora. Y comenzó con una innovación tecnológica.

## ¿TECNOLOGÍA?

Para los fines del desarrollo, la tecnología es el “conjunto de técnicas, métodos o procesos utilizados en la producción de bienes o servicios o en la realización de los objetivos, como los ODS”. Incluye el conocimiento de las técnicas y procesos, a menudo incorporados dentro de las propias máquinas. Esto puede implicar el uso de un software que es muy sofisticado, pero que puede ser implementado en máquinas, equipos, dispositivos, infraestructuras y por lo tanto puede ser utilizado por personas que no tienen un conocimiento detallado de su funcionamiento.

Es difícil sobreestimar la importancia de la tecnología para el desarrollo económico. A pesar de los avances recientes, para los países en desarrollo, las fuentes de tecnología extranjera pueden representar hasta un 90% de crecimiento de la productividad nacional. En general, la tecnología abre las siguientes oportunidades de desarrollo.

- *Desarrollo económico* – La difusión de la tecnología es un fuerte catalizador para el crecimiento económico, la creación de empleo, la acumulación de capital humano, y la eficiencia.
- *Mejora del medio ambiente* – Las tecnologías eficientes en recursos permiten a las sociedades reducir su impacto ambiental, la reducción de los riesgos, su degradación o colapso, y permiten la adaptabilidad.
- *Reducción de la pobreza* – Muchas innovaciones traen beneficios sociales cruciales, como por ejemplo, un mejor acceso al agua, una mejora del saneamiento, la reducción de la pobreza energética y riesgos para la salud más bajos como consecuencia de la sustitución de productos y procesos contaminantes con tecnologías más limpias.
- *Competitividad* – Las tecnologías permiten satisfacer estrictas necesidades sociales y ambientales y

- el acceso a los mercados con los estrictas exigencias de agua.
- *Productividad de los recursos* – Las tecnologías ambientales permiten a las sociedades mejorar la productividad de sus recursos resultando en ahorros de coste reales para la economía y el medio ambiente.
- *Capital social* – El desarrollo tecnológico y su difusión normalmente adoptan un enfoque de múltiples partes interesadas que deberá generar confianza y legitimidad.

La “era del conocimiento” iniciado en la revolución industrial y la Ilustración ha dado lugar hasta el momento a la acumulación de un vasto depósito de conocimiento humano, y proporciona pruebas convincentes de cómo este conocimiento se puede poner al servicio del desarrollo humano. Más allá de eso, la experiencia con los Objetivos de Desarrollo del Milenio muestra que la fijación de un conjun-



to de prioridades bien definidas es un medio para fomentar la innovación y dirigirla hacia unos objetivos comúnmente acordados. Aunque la historia reciente puede servir para apoyar el optimismo tecnológico, es también claro que el desafío tecnológico procedente de los ODS es diferente al de los Objetivos de Desarrollo del Milenio –ODM–. Mientras que los ODM se centraron sobre todo en los países pobres y proporcionaron una oportunidad para avanzar hacia la reducción de la pobreza mediante la implementación de las tecnologías existentes en su mayoría, los ODS requieren un cambio en las prácticas actuales para el desarrollo de nuevas soluciones innovadoras para desterrar las insostenibles vías de desarrollo actuales así como a hacer posibles los objetivos WASH al tiempo de mejorar la calidad del agua, la gestión de los riesgos actuales y futuros y preservar los ecosistemas proveedores de agua.

Cuando se trataba de cumplir con los ODM y la eliminación de la pobreza, la vía fundamental consistía a menudo en la ampliación del

alcance de las tecnologías cruciales básicas (pozos, letrinas, captaciones de agua, tratamiento de agua para su abastecimiento y saneamiento, etc.) desde las economías de altos y medios ingresos a las economías de bajos ingresos, y adaptar estas técnicas a las circunstancias locales. Los ODS ampliarán la gama de tecnologías existentes para ser utilizadas y adaptadas para el desarrollo humano en los campos de la calidad del agua, la gestión de los recursos hídricos y la gestión de riesgos.

En un sentido importante, el cumplimiento de los ODS será diferente. El mundo necesitará nuevas tecnologías y formas de organizar la actividad humana para combinar la mejora del nivel de desarrollo humano y las metas ambientales. Y para cumplir con la nueva agenda de desarrollo post-2015, el cambio tecnológico será de suma importancia, tanto en países ricos como en los pobres.

Sin embargo, los desafíos tecnológicos no son la falta de conocimientos técnicos, ni siquiera la falta de innovación, en su mayoría éstos

consisten en poner la tecnología de manera efectiva al servicio del cumplimiento de los objetivos de desarrollo humano. Y este desafío de aplicación consiste en cerrar la brecha entre el conocimiento y la acción. Para obtener más información sobre las “tecnologías verdes”, consultar el cuadro más abajo.

Como se definió anteriormente, la tecnología se refiere a lo que es factible, e incluso a “¿Cuáles son las mejores técnicas para hacer frente a desafíos específicos” Pero, al pasar de los conocimientos a la práctica, el conjunto de opciones disponibles se reduce a aquellas que son socialmente aceptables y aún más, si se requiere la participación de las empresas y las personas, el conjunto se reduce a las que son económicamente rentables o que se pueden convertir en financieramente sostenibles en el largo plazo.

Además de fomentar la innovación y el saber hacer, el principal desafío del cumplimiento de los ODS para la tecnología consiste en encontrar maneras de hacer socialmente posible lo que ya es técnicamente

**Las tecnologías verdes** tienen el potencial de crear nuevas oportunidades de negocios, mercados y puestos de trabajo. También permiten aumentar la cantidad de agua disponible para su consumo humano, agrícola o industrial; impulsar la eficiencia de los recursos; y contribuir a la consecución de los Objetivos de Desarrollo. Esto puede conseguirse mediante la aplicación de estas tecnologías en los ámbitos de la evaluación de los recursos de agua disponibles, la reducción de las pérdidas de agua, el tratamiento de aguas residuales, la eficiencia de los servicios públicos de agua, biotecnologías, y otros. El desarrollo tecnológico –combinado con una concienciación pública– puede también contribuir a una mayor conservación, reutilización y reciclaje, y una mayor eficiencia en la mayoría de los sectores consumidores de agua.

Mientras que la eficiencia en el consumo de agua es una prioridad en la mayoría de los países, está claro que la introducción y aplicación de medidas de eficiencia hídrica está rezagada, especialmente en los países con un Índice de Desarrollo Humano -IDH– bajo. En las tres categorías inferiores de países con menor IDH la eficiencia hídrica no se percibe como elemento dentro de la gestión de recursos hídricos, mientras que menos del 50% de los países con IDH muy alto han avanzado en su implementación o aplicación plena. Pocos países han avanzado su aplicación para el riego y la recolección de agua de lluvia, careciendo muchos de ellos de equipo suficiente o adecuado, y algunos países incluso mencionan la necesidad de la transferencia de tecnología avanzada.

Si bien la brecha Norte-Sur en el acceso a la tecnología sigue siendo un tema central que debe abordarse basado en la equidad global, otras disyuntivas tecnológicas igualmente importantes deben abordarse para garantizar que la tecnología se convierta en un medio eficaz y equitativo para lograr un desarrollo social y ecológicamente sostenible: 1) Tecnología tradicional frente a las nuevas tecnologías, 2) Género y Tecnología, 3) Más allá de la Transferencia de Tecnología: evaluación de Tecnología, 4) la propiedad y control de la tecnología y la innovación, 5) los derechos de propiedad intelectual.

Ver ONU-Agua Conferencia Zaragoza: El agua y la economía verde en la práctica:  
[http://www.un.org/waterforlifedecade/green\\_economy\\_2011/index.shtml](http://www.un.org/waterforlifedecade/green_economy_2011/index.shtml)

factible. En este contexto, las discusiones se han centrado en acelerar el desarrollo, transferencia, adopción y difusión en su caso, de tecnologías ecológicamente eficientes.

Por esta razón, los ODS requieren un esfuerzo coordinado para encontrar la senda a través de nuevos caminos críticos hacia la sostenibilidad. En muchas áreas de desarrollo, pero particularmente las relativas al agua, esto implica una movilización sin precedentes de conocimientos técnicos aplicados en múltiples sectores en distintas regiones. Los gobiernos, las instituciones internacionales, las

empresas privadas, las instituciones académicas y la sociedad civil tendrán que trabajar juntos para identificar las vías del éxito, de manera que se combinen los conocimientos técnicos y la representación democrática.

La llamada “ventajas retrospectivas” (la ventaja de apoyarse de la experiencia previa de los países ahora desarrollados) permite una mejor toma de decisiones entre las tecnologías tradicionales y nuevas, e ir más allá de la transferencia de tecnologías mecánicas al incluir cuestiones de género, el conocimiento local y los derechos de propiedad

intelectual con el objeto de hacer la elección social correcta. Además, las tecnologías verdes, aumentan la cantidad de agua disponible, la eficiencia del recurso y contribuyen al logro de los objetivos de desarrollo, pueden convertirse en opciones para crear nuevas oportunidades de negocios, mercados y puestos de trabajo. La tecnología, la ciencia y el desarrollo de la innovación cuando se combinan con la conciencia pública pueden contribuir fuertemente a la eficiencia y el crecimiento sostenible en la mayoría de los sectores consumidores de agua.

## MONITORIZACIÓN



Las plataformas móviles y de soporte web han surgido como un activo clave para ayudar en la sostenibilidad a largo plazo de los servicios de agua. Las tecnologías móviles recopilan datos sobre el tipo de punto de agua, su ubicación y funcionalidad, y en tiempo real muestran mapas de la distribución y monitorizan el estado de la infraestructura hídrica a nivel nacional. La información recopilada puede proporcionar conclusiones valiosas, que pueden utilizarse como base para una toma de decisiones informada, la planificación de programas, y el

fortalecimiento de la transparencia y la rendición de cuentas. Sin embargo, la transferencia de tecnología requiere tanto el conocimiento local y las capacidades locales para hacer que estas opciones se adapten a las condiciones locales. La adaptación y el uso efectivos de estas tecnologías depende de manera crítica de los conocimientos, los recursos humanos y las capacidades sociales en el lugar y las instituciones y políticas existentes.[2]

Actualmente, existen una serie de tecnologías innovadoras y de bajo coste, enfoques de cambio de com-

portamiento para el saneamiento, abastecimiento de agua y su gestión, así como alternativas técnicas para aumentar la eficiencia en la provisión y uso de agua. También existen muchas alternativas para su adaptación al cambio climático y la reducción de los riesgos derivados de episodios hídricos extremos, como inundaciones y sequías.

Las redes globales para la resolución de problemas para un desarrollo hídrico sostenible se convertirán en los próximos años en instituciones cruciales.

## COMPARTIR INFORMACIÓN: EL ROL DE LAS REDES SOCIALES



Las TICs y las redes sociales representan una oportunidad real para reducir el coste de transacción de elección entre las alternativas existentes y su selección final. Científicos, técnicos, activistas de la sociedad civil y otros están recurriendo cada vez más a las redes virtuales para la colaboración, el crowdsourcing, la resolución de problemas en grupo, y las soluciones de código abierto,

como para el software y sus aplicaciones. Los caminos hacia el desarrollo sostenible no serán identificados a través de un enfoque de arriba hacia abajo, sino a través de una era altamente energizada de la resolución de problemas en red que involucre a las universidades del mundo, empresas, organizaciones no gubernamentales, gobiernos y especialmente los jóvenes, que deben convertirse en los

expertos y líderes de una era nueva y profundamente desafiante.[3]

El intercambio de conocimientos, a través de plataformas tecnológicas globales es un medio para mejorar las decisiones sobre el agua, lo que incluye no sólo la difusión de técnicas, sino también de las condiciones que permitan facilitar su transferencia y adaptación y de las capacidades necesarias para que éstas funcionen.

## DECISIONES



Las opciones tecnológicas son una parte integral de la política hídrica. Implican decisiones complejas basadas en criterios no técnicos. Una elección inteligente de tecnologías requiere la comparación entre las tecnologías convencionales y otras nuevas, equilibrar las infraestructuras tradicionales con sus alternativas verdes, mezclar los conocimientos local y global, la adaptación de las alternativas desde el extranjero a las condiciones locales, mitigar los impactos ambientales y sociales de las tecnologías alternativas, etc. Todas estas decisiones requieren herramientas de evaluación y valoración de tecnologías y herramientas de evaluación y una buena gobernanza del agua a fin de asegurar la transparencia y la inclusión.

Sin perjuicio de la brecha entre los países desarrollados y en desarrollo, para asegurar que la tecnología se convierta en un medio eficaz y equitativo para alcanzar objetivos de desarrollo sostenible, las opciones sociales deben considerar algunas concesiones importantes.

## BARRERAS



Esto incluye aquellas iniciativas destinadas a aliviar o eliminar las barreras que impiden la adopción de tecnologías de agua globalmente —como la debilidad de la demanda de mercado, la rentabilidad incierta de la inversión, y el aferramiento tecnológico a la infraestructura actual—, así como otras barreras que son más específicas para algunos países en desarrollo, como la falta de conocimientos técnicos y su capacidad. Las políticas de patentes pueden necesitar considerar facilitar el uso de la tecnología en los países en desarrollo. Las políticas de competencia deben ser examinadas bajo las lentes de su potencial para promover o inhibir la adopción y difusión de nuevas tecnologías.

Fig. 4. Voces de esperanza.

@ UNICEF.



## FINANCIACIÓN DE LA INNOVACIÓN Y SU IMPLEMENTACIÓN

La agenda de desarrollo post-2015 puede requerir un aumento significativo de la inversión en infraestructura en un número significativo de países. Particularmente, existe una necesidad de inversión a nivel nacional para la gestión de los recursos hídricos y el control de calidad de las aguas limpias y de las residuales, así como para la operación y el mantenimiento necesarios para la sostenibilidad de los servicios tanto de la infraestructura existente como de la nueva, sin olvidar la financiación de las funciones de gobernanza relacionadas.

Aparte del desarrollo de nuevas infraestructuras, se requerirán importantes inversiones para actualizar y mantener las existentes a fin de evitar que se conviertan en obsoletas e inseguras.

Los países tendrán que encontrar la capacidad financiera para llevar a cabo todo esto trabajando en estrategias para atraer financiación para proyectos hídricos, haciendo una aproximación temprana a los financiadores potenciales y realizando las pertinentes asignaciones en sus propios presupuestos.

Las innovaciones en tecnologías ecológicamente racionales, aún no presentes en el mercado, a menudo son más caras que las tecnologías presentes, sin la adecuada infraestructura de apoyo. Esta falta de infraestructuras hacen fácil a los presentes, entre ellas *“las tecnologías no sostenibles”*, la posibilidad de competir. Tales desafíos aplican tanto a la calidad de las aguas, como

su Abastecimiento, Saneamiento e Higiene –WASH– y la gestión del recurso WRM. Muchas innovaciones en la gestión sostenible del agua todavía son percibidas por la empresa privada como de alto riesgo y con retorno incierto. Las iniciativas gubernativas de financiación y sus políticas, implementadas por asociaciones público-privadas, deben ser diseñadas e implementadas para reducir los riesgos y promover el desarrollo y la difusión y transferencia de tecnologías en condiciones mutuamente convenidas.

La introducción de las tecnologías ambientales en nuevos mercados por lo general requiere una financiación significativa y sostenida, ya sea para la investigación y el desarrollo, su adaptación, patente, instalación, formación o explotación. En algunos países en desarrollo y economías en transición, la capacidad del sector privado para pagar y la capacidad del gobierno para su apoyo a menudo son débiles.

Los gobiernos pueden desempeñar un papel clave para fomentar la innovación mediante la creación de las condiciones para transformar un buen conocimiento y tecnologías sostenibles en oportunidades de negocio viables y rentables. El desarrollo y la difusión de las tecnologías ambientales se benefician significativamente de políticas de incentivos en forma de exenciones fiscales, subsidios, protección arancelaria, condiciones preferenciales de comercio o programas de promoción apoyados por el Gobierno. Cuando estas políticas son débiles, o inciertas, o donde

existen subsidios perversos para industrias insostenibles, las posibilidades de éxito se tornan mucho menores.

La posibilidad de innovaciones relacionadas con el agua para encontrar el camino a su implementación depende de las oportunidades de mercado existentes, que a su vez dependen en gran medida de los precios de los mercados y sus recursos básicos, esencialmente el precio del agua, pero también el de la energía, la mano de obra y otros recursos. Si el precio del agua no refleja la escasez actual, el beneficio derivado del ahorro de recursos en el sector del agua será un pobre motor para lanzar la adopción de tecnologías eficientes en agua.

En el mismo sentido, los riesgos financieros de las innovaciones son mayores para los primeros usuarios y éstos se reducen una vez que la innovación se generaliza. Los proyectos piloto o de demostración son medios para desencadenar la innovación y acelerar su difusión, ya que pueden ayudar a reducir el riesgo de la innovación y los costes de su generalización.

Los riesgos de adopción y sus gastos de difusión también pueden reducirse mediante soluciones de negocio globales como los sistemas de certificación, los cuales son medios eficaces para motivar a las empresas a actuar en la dirección correcta de la tecnología, la ciencia y el desarrollo de la innovación. Ulteriores inversiones en ciencia, y en particular en ciencia aplicada, ayudarán a acelerar la curva de la innovación y el traslado de nuevas soluciones probadas a su explotación operativas.

## INSTITUCIONES DE FOMENTO DE LA INNOVACIÓN Y SU IMPLEMENTACIÓN

El éxito de la adopción de tecnología ambiental requiere el buen funcionamiento de las instituciones del sector público y privado, dotadas de un buen gobierno, una administración eficiente,

un sistema jurídico eficaz, fuerte capacidad de gestión e inversión en I + D.

La falta de buen gobierno puede dificultar específicamente las oportunidades de las PYME a participar en

la implementación de una soluciones relacionadas con el agua. La creación de marcos institucionales facilitadores y flexibles es condición previa para el desarrollo tecnológico y la innovación.

La inercia institucional a menudo favorece la inercia tecnológica: sus normas se conforman para la tramitación de tecnologías tradicionales y bien establecidas, mientras aumentan los costos de la adopción

## CAPACITACIÓN TÉCNICA

Por su propia naturaleza, las nuevas tecnologías requieren un conocimiento y habilidades especializado, que a menudo carecen aquellos países donde los niveles de educación en ciencia, ingeniería y tecnología pueden ser bajos, y en otros áreas emergentes como la ingeniería ambiental, la biotecnología o las energías limpias las cuales están poco desarrolladas y no se imparten

## LA LEGITIMACIÓN DERRIBA BARRERAS

Las tecnologías ambientales innovadoras son propensas a ser percibidas como un desafío a las tradiciones culturales. Este desafío es muy importante en todos los temas relativos al agua, y en especial para aquellas actividades que requieren una participación significativa de las comunidades locales. Vale la pena recordar la importancia dada a la participación de la comunidad local en la gestión del agua en la actual Agenda post-2015.

La legitimación a las comunidades locales y proporcionarles acceso a los conocimientos técnicos puede ser un poderoso instrumento para evitar el riesgo de fracaso de los proyectos tecnológicos debido a la incapacidad de los países para absorber la tecnología en su infraestructura, cultura y sociedad.

Además de facilitar la innovación esto puede apoyar la selección de tecnología y su adaptación a las condiciones locales, así como para evitar ir más allá con opciones que no están adecuadamente alineadas con las prioridades políticas y sociales del país receptor.

de innovaciones que pueden no encontrar una manera fácil de superar esa burocracia.

Los altos costos de transacción para la Pequeña y Mediana Empresa (PYME), por su condición de operar

en las universidades. Esto se acentúa en el caso del Agua, Saneamiento e Higiene –WASH– y en la gestión del riesgo hídrico.

La capacidad para responder a los riesgos hídricos, por ejemplo, puede estar fuertemente obstaculizadas por la falta de comprensión de la interdependencia de los desastres con el desarrollo. El cambio climático, los riesgos de desastre y la adaptación

a pequeña escala y con una innovación mejor adaptada, puede jugar a favor de las grandes empresas al hacer frente a regulaciones menos inciertas y a tener un mejor acceso a los poderes públicos.

son los fundamentos para una cultura de reducción de riesgos.

En cuanto a los aspectos tecnológicos de la calidad del agua y su Abastecimiento, Saneamiento e Higiene –WASH–, la profesionalización de las prácticas relativas a la tecnología del agua es clave. Los Códigos de Buenas Prácticas pueden ofrecer una solución relevante a este reto.

En este mismo sentido la legitimación puede ayudar a identificar las brechas existentes que podrían hacer que tecnologías prometedoras finalmente fallen. Un diálogo social fluido ayuda a identificar y abordar los obstáculos que tiene que ver con las habilidades, el apoyo financiero insuficiente, las barreras de mercado y los desajustes con la infraestructura existente.

Las intervenciones tecnológicas no son una panacea para todos los males. Pero se ha demostrado una y otra vez que un pequeño cambio tecnológico puede crear una onda a través de innumerables áreas vagamente conexas, creando un efecto

sobre las condiciones sociales, legitimación, visibilidad, etc. Cuando algo tan simple como el abastecimiento de agua por tubería puede transformar vidas, en particular las de mujeres y niños, al liberar su tiempo en favor de participar en actividades más significativas que la recolección de agua, nos debemos a nosotros mismos apoyar, promover y buscar mejores soluciones tecnológicas para suplir nuestras necesidades.

**Josefina Maestu**

Directora de la Oficina de las Naciones Unidas de apoyo al Decenio Internacional para la Acción: El Agua, Fuente de Vida 2005-2015

### Notas

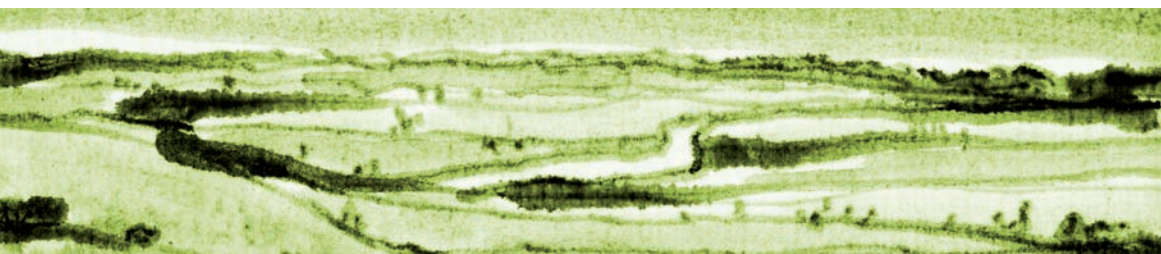
- [1]. [http://www.un.org/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/pdf/Mary\\_Rusimbi\\_BMCase.pdf](http://www.un.org/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/pdf/Mary_Rusimbi_BMCase.pdf)
- [2]. [http://waterforlifecconf2015.org/eng/wp-content/uploads/2015/01/Discussion-Docoment\\_05.06.pdf](http://waterforlifecconf2015.org/eng/wp-content/uploads/2015/01/Discussion-Docoment_05.06.pdf)
- [3]. <http://jeffsachs.org/wp-content/uploads/2012/06/From-MDGs-to-SDGs-Lancet-June-2012.pdf>

### Referencias bibliográficas

- Sachs, J. (2012) From Millennium Development Goals to Sustainable Development Goals. Lancet.
- UNW-DPAC 2015 [http://www.un.org/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/partnerships\\_cases.shtml](http://www.un.org/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/partnerships_cases.shtml) y muchos de los casos presentados en la ONU-Agua Zaragoza Conferencia Internacional 2015.
- UN-Water 2015, A compilation of aspects on the means of implementation: water and sanitation.

# AGUA Y AGRICULTURA PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE

Olcay Ünver



**DESCRIPTORES:**  
AGRICULTURA SOSTENIBLE  
RECURSOS  
CAMBIO CLIMÁTICO  
GESTIÓN SOSTENIBLE DE  
LA TIERRA

## EL RETO



**E**l reto de la agricultura hoy es producir alimentos suficientes y nutritivos de manera sostenible para una población mundial creciente, sofisticada y cada vez más móvil, preservando y mejorando en lo posible la base de recursos.

Este es un desafío polifacético que va más allá de la capacidad de producir más alimentos. La agricultura es un importante empleador, proveedor de medios de vida en múltiples maneras y un inhibidor de la movilidad de la población hacia las ciudades. Los cambios en el panorama actual que incluyen factores externos y cómo nos ocupamos de éstos tendrán implicaciones en el largo plazo.

El reto hoy es mayor que nunca, debido al hecho de que los impulsores del cambio en la agricultura y el papel del agua en la misma se han acelerado. Estos impulsores son el crecimiento demográfico y su movilidad, el desarrollo económico, el cambio de patrones de consumo y dieta, así como el cambio social y tecnológico, todo ello agravado por el impacto del cambio climático. Estos impulsores crean presiones en gran medida negativas no sólo sobre la agricultura y los recursos hídricos, sino también en los otros elementos de la base de recursos, y debido a esa interacción entre ellos, se complican las formas y medios para su adecuada gestión.

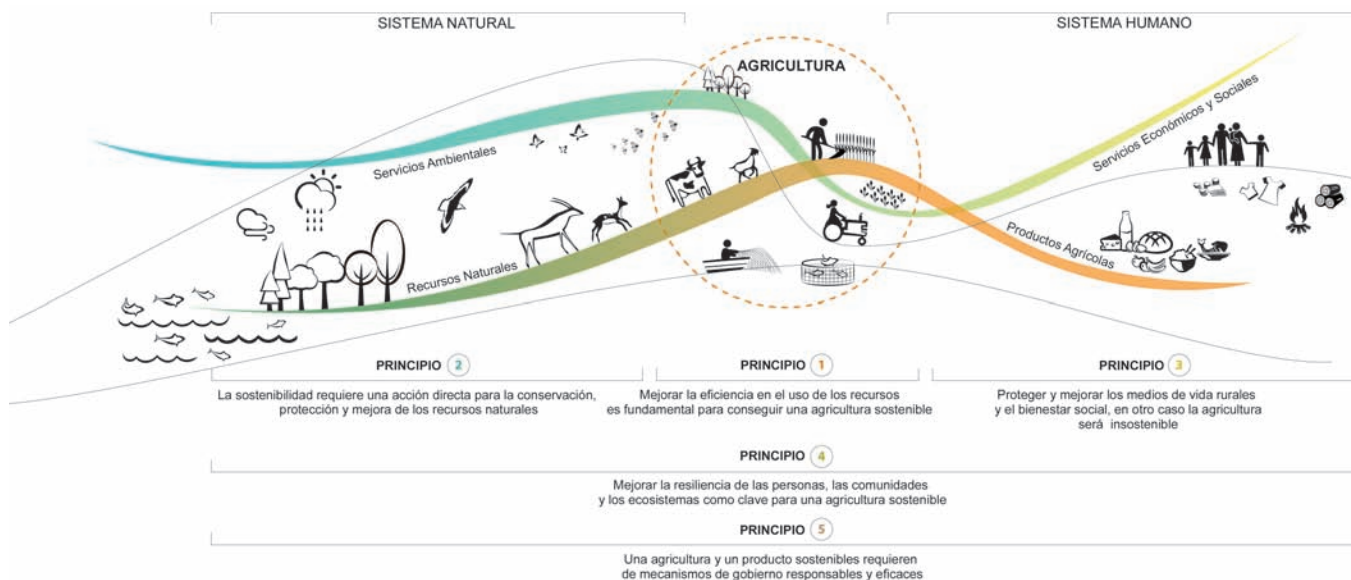
Proveer para un aumento estimado del 60% en la demanda mundial de alimentos para el año 2050 requerirá una cuidadosa combinación para cerrar las brechas de rendimiento agrícola a través de la intensificación, el aumento de la productividad por unidad de agua, la expansión del regadío donde sea viable y la reducción de residuos y pérdidas en la cadena alimentaria.

## CONTEXTO



El macro objetivo social de lograr un mundo libre de hambre y malnutrición, donde la comida y la agricultura contribuyan a mejorar los niveles de vida de todos, especialmente los más pobres, de una manera económica, social y ambientalmente sostenibles establece el marco en el que se debe formular tanto el problema como las opciones de respuesta de la sociedad (FAO, 2013).

En este marco, el sector de la agricultura, desde sus políticas a sus prácticas, podrá ser sostenible cuando se aborden adecuadamente los cinco principios siguientes, desarrolladas por la FAO en colaboración con los gobiernos de los Estados miembros y otros asociados (FAO, 2014a):



1. Mejorar la eficiencia en el uso de los recursos es fundamental para conseguir una agricultura sostenible;
2. La sostenibilidad requiere una acción directa para la conservación, protección y mejora de los recursos naturales;
3. Proteger y mejorar los medios de vida rurales y el bienestar social, en otro caso la agricultura será insostenible;
4. Mejorar la resiliencia de las personas, las comunidades y los ecosistemas como clave para una agricultura sostenible; y
5. Una agricultura y un producto sostenibles requieren de mecanismos de gobierno responsables y eficaces.

Puesto que la agricultura como sector no opera aisladamente, la sostenibilidad en la alimentación y la agricultura está determinada por el éxito con que se equilibren las interacciones implicadas y se gestionen los compromisos entre los sistemas natural y humano. La Figura 1 muestra cómo los elementos del sistema natural en forma de servicios ambientales (por ejemplo, el clima, el ciclo de nutrientes, la biodiversidad, el ciclo del agua, la protección costera, el filtrado y almacenamiento en búfer, la purificación, la estabilidad física y su apoyo) y los recursos (por ejemplo, la tierra, los suelos, océanos, agua dulce, los recursos genéticos, los recursos forestales,

los sistemas acuáticos, los nutrientes y la energía) están relacionados con el sistema humano en forma de servicios económicos y sociales (el desarrollo socioeconómico, la reducción de la pobreza, el empleo, la estabilidad, salud, nutrición, vivienda y ropa) y productos agrícolas (es decir, alimentos, piensos, fibra y combustible). La agricultura logra esto a través de los cultivos, la ganadería, la silvicultura, la pesca y otras actividades relacionadas con la misma.

Los cinco principios de la agricultura sostenible están estrechamente vinculados entre sí, se apoyan de modo recíproco y forman un marco conceptual holístico. Las dimensiones ambientales, económicas y sociales del desarrollo sostenible se abordan en este continuo, con los dos pri-

**Fig. 1. Los cinco principios de la Agricultura Sostenible (FAO, 2014a, Fig. 3 pp. 18-19).**

meros principios referidos al medio ambiente, el tercero a los aspectos sociales y económicos y los cuarto y quinto englobando los otros tres. Las estructuras adecuadas de gobernanza trascienden este continuo y conforman la cuarta dimensión de la sostenibilidad en esta conceptualización.

Las acciones del sistema humano, en los que se incluye el aumento de los niveles de consumo, han incrementado su exigencia hasta casi los límites de la Tierra.[1] Las interacciones y los compromisos involucrados son complejos y transversales a todos los ámbitos y deben ser manejados con sumo cuidado.

Cuadro 1
Los compromisos en los dominios del sistema humano-sistema natural a través de la agricultura
Los compromisos ocurren mayormente con una existencia de recursos limitada y cuando se hallan implicadas simultáneamente decisiones económicas, sociales y físicas. Se producen en el dominio de los sistemas respectivos, en el espacio y en el tiempo. Estos últimos son los compromisos que hacen que los beneficios inmediatos devenguen en costos futuros o que costos inmediatos (de inversión) aporten beneficios futuros. Los compromisos en el espacio toman forma cuando se decide una alternativa de uso de la tierra entre el agrícola, el recreativo y el natural. La inacción, al igual que las acciones, también conlleva beneficios y costes, dependiendo de las circunstancias específicas del momento, como por ejemplo dejando un ecosistema intacto o manteniendo una práctica problemática sin resolver. Ejemplos de compromisos presentes en el funcionamiento de los sistemas natural y humano (FAO, 2013):
• En la asignación de uso o los derechos de acceso, en favor de titulares pequeñas o grandes, o decidir entre estructuras de gobiernos de arriba abajo o de abajo arriba;
• En aumentar la eficiencia de producción, por ejemplo, mediante la concesión de derechos de acceso a zonas de tierra o de pesca en favor de los grandes operadores, socavando los medios de subsistencia de los pequeños agricultores;
• En la elección entre la producción de alimentos / fibras o biocombustibles;
• En el aumento de la producción de cultivos y la reducción de uso de la tierra a través de la intensificación, a cambio de un mayor consumo de agua;
• En la intensificación de la producción en las tierras cultivadas, ahorrando grandes áreas de bosque, pero aumentando la contaminación y el consumo de energía y nutrientes;
• En la sobreasignación de agua ya que la escasez de agua disminuye la capacidad de producción de alimentos y beneficios humanos en muy corto plazo; y
• En la conservación de los recursos naturales que a menudo implica costos inmediatos para la obtención de beneficios futuros.

# SITUACIÓN ACTUAL DE LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN

En un día promedio, la agricultura produce 23,7 millones de toneladas de alimentos, de los cuales 19,5 millones de toneladas son cereales, raíces, tubérculos, frutas y verduras, 1,1 millones de toneladas de carne y 2,1 millones de litros de leche. Ese mismo día, la pesca y la acuicultura capturan y producen más de 400.000 toneladas de pescado y los bosques proporcionan 9,5 millones de metros cúbicos de madera y leña. La agricultura, en un día promedio, consume 7.400 millones de litros de agua de riego y 300.000 toneladas de fertilizantes para la producción de cultivos. El valor total de la producción de un día de actividad agrícola se estima en USD 7 mil millones (FAO, 2012a; FAO, 2013A; FAOSTAT, 2013; Banco Mundial, 2007).

Existen más de 570 millones de granjas en el mundo, el 90% de las cuales son administradas individualmente o por familias y dependen principalmente de la mano de obra familiar. Las explotaciones familiares ocupan más del 70% de la tierra agrícola mundial y son responsables de más del 80% de la producción mundial de alimentos (en valor) (FAO, 2014). Ellos son un elemento clave para conseguir un mundo con seguridad alimentaria y un desarrollo rural sostenible. También juegan un papel decisivo en el cierre de las brechas de rendimiento y productividad laboral (ver Cuadro 2), así como en la conservación de los recursos naturales.

La agricultura, además de satisfacer nuestras necesidades básicas de alimentos, piensos, fibra y combustible, da empleo a más de uno de cada tres de los trabajadores del mundo, y proporciona los medios de vida rurales para 2.500 millones de personas (FAO, 2013A). Ésta también se relaciona positivamente con la estabilidad social, la preservación de las culturas y tradiciones locales, y hace importantes contribuciones al paisaje

y la vida silvestres, la gestión del agua y su calidad así como la gestión para la mitigación de inundaciones. En otro orden de cosas, la agricultura es un contribuidor importante a las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la gestión de suelos y las actividades relacionadas con la ganadería y ofrece oportunidades para la mitigación del cambio climático.

Sin embargo, la FAO (2015), y Lundqvist *et al.* (2015) informan que, si bien los niveles actuales de producción de alimentos son más que adecuados, su distribución y las circunstancias sociales, económicas y culturales están impidiendo servir a la totalidad de la población mundial. A pesar de una disminución de 167 millones en la última década, 795 millones de personas están desnutridas en todo el mundo, en contraposición, de manera negativa, a una población con sobrepeso y obesidad, de 2 mil millones. Cientos de millones de personas de los mil millones más pobres se acuestan con hambre; siendo ese mismo grupo vulnerable el que también carece de acceso al agua potable, el saneamiento, la energía y la higiene. La prevalencia de la desnutrición en las regiones en desarrollo se estima en 14,3 por ciento (FAO, el FIDA y el PMA, 2013), donde la causa principal del hambre y la desnutrición es la incapacidad de la gente para poder comprar alimento. La situación tiene también una dimensión de género: el 60% de los desnutridos son mujeres, que corresponden al 43% de la mano de obra agrícola, sufriendo grandes desigualdades en términos de acceso a recursos y servicios (Banco Asiático de Desarrollo, 2013), así como en la gestión de los mismos.

Por otro lado, se producen grandes pérdidas a lo largo de toda la cadena alimentaria. Aproximadamente un tercio de todos los alimentos producidos para el consumo humano se pierde o se desperdicia, siendo su

valor 1.300 millones de toneladas por año. La pérdida o desperdicio se produce en la fase de consumo en los países de altos y medios ingresos y en fases anteriores, como la del transporte y la del almacenamiento en países de bajos ingresos. Los residuos de alimentos per cápita son de 95 a 115 kg anuales en Europa y América del Norte, y de 6 a 11 kg anuales en el África subsahariana y el Sur / Sudeste de Asia (FAO, 2011a). El alimento perdido o desperdiciado representa un despilfarro de mano de obra, energía, agua, tierra y otros insumos utilizados en la producción de ese alimento. Esto equivale a 250 km<sup>3</sup> de agua desperdiciados (cifra similar al caudal anual del río Volga de Rusia, o tres veces el volumen anual trasvasado en el lago Ginebra); y 1,4 millones de hectáreas de tierras cultivadas en vano. También genera 3.3 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> de gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera al año y una factura económica de US \$ 750 mil millones cada año.

Por el lado de la producción, la superficie cultivada neta a nivel mundial ha crecido un 12% en el último 50 años, mayoritariamente a expensas de bosques, humedales y pastizales. Durante el mismo período, el área de riego se ha más que duplicado, y la extracción de agua para riego se han incrementado en un 80% (FAO, 2011b). El alcance de una mayor expansión no es muy grande, existiendo mayor potencial de expansión en algunas partes de América del Sur y en África subsahariana. Fuera de estas dos regiones, América del Sur ha logrado mejorar el rendimiento de su agricultura de secano, por ejemplo, triplicando el rendimiento del maíz de secano de 1 tonelada por hectárea a 3 toneladas por hectárea desde 1960, mientras que el África subsahariana ha mostrado pocos progresos. El Cuadro 2



Cuadro 2		
Estimación de brechas de producción (FAO, 2011b)		
Brechas de producción combinadas (% respecto del potencial) de cereales, raíces, tubérculos, legumbres, cultivos de azúcar, plantas oleaginosas y vegetales		
	Rendimiento año 2005 en comparación con su potencial (%)	Brecha de producción (%)
Región	Año 2005	
África del Norte	40	60
África Sub-sahariana	24	76
América del Norte	67	33
América Central y Caribe	35	65
América del Sur	48	52
Asia Occidental	51	49
Asia Central	36	64
Asia Meridional	45	55
Asia Oriental	89	11
Sudeste Asiático	68	32
Europa Occidental y Central	64	36
Europa Oriental y Federación Rusa	37	63
Australia y Nueva Zelanda	60	40
Islas del Pacífico	43	57

Fuente: Adaptado de Fischer *et al.*, 2010.

muestra las brechas de rendimiento estimadas para los principales cultivos en las diferentes regiones del mundo, y el Cuadro 3 muestra las áreas por región con infraestructura de riego en comparación con sus tierras cultivadas. El África subsahariana se destaca con la región con menos superficie de regadío a nivel mundial.

Las proyecciones sobre un aumento de la oferta mundial de alimentos inferior al crecimiento de la población hasta ahora se han demostrado erróneas, en gran parte gracias a los aumentos de productividad. La intensificación de los cultivos se tradujo

Cuadro 3						
Área equipada para el riego (FAO, 2011b)						
Área equipada con sistemas de regadío (% respecto de la superficie de tierra cultivada y segmento procedente de regadíos de fuentes subterráneas)						
Continentes Regiones	Área equipada (en millones de Ha)		% de tierra cultivada		Regadíos subterráneos	
	1961	2006	1961	2006	Área equipada (en millones de Ha)	Como % del área irrigada total
<b>África</b>	7.4	13.6	4.4	5.4	2.5	18.5
África del Norte	3.9	6.4	17.1	22.7	2.1	32.8
África Sub-sahariana	3.5	7.2	2.4	3.2	0.4	5.8
<b>América</b>	22.6	48.9	6.7	12.4	21.6	44.1
América del Norte	17.4	35.5	6.7	14.0	19.1	54
América Central y Caribe	0.6	1.9	5.5	12.5	0.7	36.3
América del Sur	4.7	11.6	6.8	9.1	1.7	14.9
<b>Asia</b>	95.6	211.8	19.6	39.1	80.6	38.0
Asia Occidental	9.6	23.6	16.2	36.6	10.8	46.0
Asia Central	7.2	14.7	13.4	37.2	1.1	7.8
Asia Meridional	36.3	85.1	19.1	41.7	48.3	56.7
Asia Oriental	34.5	67.6	29.7	51.0	19.3	28.6
Sudeste Asiático	8.0	20.8	11.7	22.5	1.0	4.7
<b>Europa</b>	12.3	22.7	3.6	7.7	7.3	32.4
Europa Occidental y Central	8.7	17.8	5.8	14.2	6.9	38.6
Europa Oriental y Federación Rusa	3.6	4.9	1.9	2.9	0.5	10.1
<b>Oceania</b>	1.1	4.0	3.2	8.7	0.9	23.9
Australia y Nueva Zelanda	1.1	4.0	3.2	8.8	0.9	24.0
Islas del Pacífico	0.001	0.004	0.2	0.6	0.0	18.7
<b>Mundo</b>	139.0	300.9	10.2	19.7	11.9	37.5
Países de ingresos altos	26.7	54.0	6.9	14.7	26.5	49.1
Países de ingresos medios	66.6	137.9	10.5	19.3	36.1	26.1
Países de ingresos bajos	45.8	108.9	13.1	24.5	50.3	46.2
<b>Déficit alimentario países de ingresos bajos</b>	82.5	187.6	16.6	29.2	71.9	38.3
<b>Menos desarrollados</b>	6.1	17.5	5.2	10.1	5.0	28.8

Fuente: FAO (2010b,c).

en un aumento de los rendimientos y salvó grandes áreas de convertirse en tierras de cultivo. También ha evitado la liberación estimada de 590 mil millones de toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Burney *et al.*, 2010). Las proyecciones de la agricultura para responder a la creciente demanda de alimentos para el año 2050 han sido

históricamente compatibles pero si se logrará de nuevo y el cómo aún no se ha establecido dado el estado de los recursos asociados, las políticas de inversión y las cuestiones de equidad que los rodean. Y todo aquello tiene que llevarse a cabo preservando el ecosistema cuyos servicios son esenciales para la vida en la tierra.

## SITUACIÓN DE LOS RECURSOS

La disponibilidad de los recursos de tierra, agua, y suelos saludables para el aprovisionamiento de la demanda de alimentos ha estado entre los temas principales de la agenda de desarrollo de gobiernos y comunida-

des. Las presiones pueden tomar la forma de *shocks* a veces, ya sea como *shocks* de volatilidad de los precios sobre los colectivos más pobres y empobrecidos, o episodios hidrológicos extremos relacionados con el recurso.

Éstas presiones desempeñan papeles diferentes. Por ejemplo, los mercados agrícolas mundiales son capaces de absorber los *shocks* de oferta cuando los sistemas de tierras e hídricos continúan en funcionamiento. El

impacto del cambio climático, conjuntamente con sus impactos relacionados con los recursos, apuntan a una mayor incertidumbre por parte de los agricultores en la predicción de sus cosechas, unas veces modificando los límites de las tierras agrícolas, abriendo nuevas posibilidades en el hemisferio norte y convirtiendo latitudes

más bajas en cada vez más vulnerables a los cambios de temperatura, humedad y nuevos niveles de estrés. En general, el resultado acumulado de los factores exógenos físicos y económicos es una mayor degradación de la tierra, los recursos de suelo y agua y el deterioro de los bienes y servicios de los ecosistemas asociados.

La agricultura utiliza el 11% de la superficie terrestre del mundo para la producción agrícola, y representa el 70 por ciento de todo el agua extraída de los acuíferos, arroyos y lagos. La tierra apta para el cultivo está sesgada en contra de aquellos países que se encuentran con una mayor necesidad de aumentar la producción agrícola. El Cuadro 4 enumera la distribución de las tierras cultivadas en términos de extensión, su consumo per cápita y su calidad clasificada por países y grupos de ingresos (FAO, 2011b).

De acuerdo a su renta per cápita, los países de altos ingresos cultivan el doble del área que los países de bajos ingresos. La disponibilidad de tierra de primera calidad para el cultivo es mayor en los países de altos ingresos en alrededor de un 13%, en comparación con los países de bajos ingresos. En la mayoría de los países en desarrollo, existe poco potencial para la expansión de las tierras de cultivo, sobre todo en el sur de Asia y en la región del Cercano Oriente / África del Norte. Existe tierra disponible para su transformación en agrícola en el África subsahariana y América Latina, pero más del 70% disponible está sujeta a graves limitaciones del suelo y del terreno.

En cuanto a la disponibilidad de recursos hídricos y sus extracciones, la distribución geográfica es desigual. Las extracciones en Europa representan el 6% de los recursos internos del continente con sólo un uso del 29% para la agricultura, mientras que Asia extrae el 20% de sus recursos hídricos, asignando más del 80% de la misma para el riego. El Cuadro 5 enumera las extracciones de agua para regadío por regiones y subregiones, niveles de ingresos, y la presión generada sobre el recurso que emana de los regadíos.

El cuadro muestra en qué medida el regadío está afectando la base de recursos existente en algunas regiones, mientras que los recursos existentes en otras regiones pueden ser susceptibles de un mayor uso.

Regiones	Tierra cultivada (Mha)	Población (millones)	Tierra cultivada per cápita (ha)	Cultivos de lluvia (%)		
				Tierras de calidad óptima	Tierras de calidad media	Tierras de calidad marginal
Países de ingresos bajos	441	2.651	0.17	28	50	22
Países de ingresos medios	735	3.223	0.23	27	55	18
Países de ingresos altos	380	1.031	0.37	32	50	19
Total	1.556	6.905	0.23	29	52	19

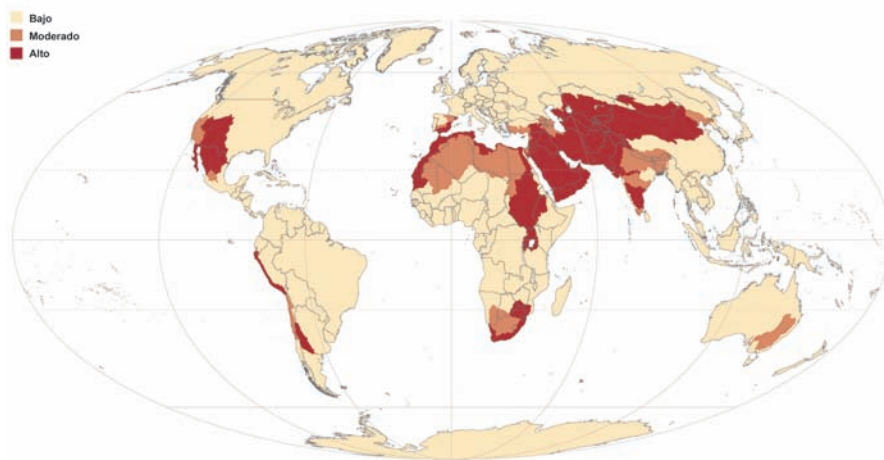
Fuente: Adaptado de Fischer *et al.*, 2010.

Continentes Regiones	Precipitación (mm)	Fuentes renovables de agua* (km <sup>3</sup> )	Ratio de eficiencia en el consumo de agua (%)	Extracción de agua para regadíos (km <sup>3</sup> )	Presión sobre los recursos hídricos derivada del regadío (%)
<b>África</b>	678	3.931	48	184	5
África del Norte	96	47	69	80	170
África Sub-sahariana	815	3.884	30	105	3
<b>América</b>	1.091	19.238	41	385	2
América del Norte	636	6.077	46	258	4
América Central y Caribe	2.011	781	30	15	2
América del Sur	1.604	12.380	28	112	1
<b>Asia</b>	827	12.413	45	2.012	316
Asia Occidental	217	484	47	227	47
Asia Central	273	263	48	150	57
Asia Meridional	1.602	1.766	55	914	52
Asia Oriental	634	3.410	37	434	13
Sudeste Asiático	2.400	6.490	19	287	4
<b>Europa</b>	540	6.548	48	109	2
Europa Occidental y Central	811	2.098	43	75	4
Europa Oriental y Federación Rusa	467	4.449	67	35	1
<b>Oceanía</b>	586	892	41	19	2
Australia y Nueva Zelanda	574	819	41	19	2.3
Islas del Pacífico	2.062	73	-	0.05	0.1
<b>Mundo</b>	809	43.022	44	2.710	6
Países de ingresos altos	622	9.009	45	383	4
Países de ingresos medios	872	26.680	39	1.136	4
Países de ingresos bajos	876	7.332	50	1.191	16
<b>Déficit alimentario países de ingresos bajos</b>	881	13.985	48	1.813	13
<b>Menos desarrollados</b>	856	4.493	28	190	4

\* Se refiere a fuentes renovables intrarregionales, excluye flujos "de paso" interregionales.

La escasez de agua, ya sea por razones físicas, de capacidad técnica, o de escasez económica, es una barrera importante para la producción agrícola, y un desafío para la intensificación. Las extracciones en regiones como Oriente Medio, Norte de África y Asia Central superan ya los umbrales críticos y grandes regiones del subcontinente indio y el noreste de China están sometidos a grandes esfuerzos. La Figura 2 muestra la magnitud de la escasez de agua en el mundo basado en el uso consuntivo del agua como riego.

Las cifras también indican que el África subsahariana y América, con la excepción de los Estados Unidos occidentales están menos afectados



negativamente por razones físicas. El África subsahariana tiene bajos niveles de desarrollo de sus recursos hídricos, debido a las limitaciones derivadas de su capacitación técnica y financiera.

**Fig. 2. Distribución global de escasez física hídrica por cuencas hidrográficas principales (FAO, 2011b).**

## CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA

El clima es un factor de estrés importante que interactúa con, e impacta en la mayoría de los factores imbricados con el agua y la agricultura. La totalidad del ciclo del agua es vulnerable a los impactos del cambio climático y sus consecuencias, actuales y futuras, se encuentran bien explicadas en otros textos. La adaptación necesaria en el ámbito del agua para hacer frente al cambio climático tiene un fuerte componente agrícola. El uso de la tierra y los suelos introduce un fuerte componente de mitigación que complementa esta imagen (véase, por ejemplo, IPCC, 2014). La actividad agrícola desde los cultivos a la ganadería contribuye a la emisión de gases contaminantes de múltiples maneras. Éstos abarcan desde las emisiones de óxido nitroso debidas a razones tales como el uso de fertilizantes, los métodos de riego y labranza a las emisiones de metano en la cría de ganado y la gestión del estiércol. Los usos de la tierra y sus cambios pueden producir emisiones de dióxido de carbono. La agricultura, sin embargo, también puede ser una parte de la respuesta al cambio climático ya que la aplica-

ción de prácticas holísticas pueden proporcionar beneficios tanto de adaptación como de mitigación. El creciente (y variable) uso de prácticas

de agricultura climáticamente inteligentes es un buen ejemplo de cómo un sector puede modificar su estatus de problema al de solución.

<b>Cuadro 6</b>
<b>Un enfoque paisajístico para la formulación de políticas, planificación y monitorización en la cuenca del río Kagera*</b>
El Proyecto de Gestión de Agro-ecosistemas Transfronterizos de la Cuenca del río Kagera, financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente e implementado por la FAO, tiene como objetivo adoptar un enfoque integrado de los ecosistemas en esta cuenca, compartida por Burundi, Rwanda, Uganda y Tanzania. El proyecto ayuda a restaurar las tierras degradadas, facilitar el secuestro de dióxido de carbono, la adaptación al cambio climático y el uso de la biodiversidad agrícola de una manera sostenible y la mejora de la producción agrícola, los medios de vida rurales y la seguridad alimentaria.
Uno de los agricultores que viven en el Distrito Kiruhura, Uganda se convenció para asumir un nuevo modo de gestionar su rebaño para mejorar sus ingresos una vez le fueron presentados mejores prácticas ganaderas que le permitían mantener un pequeño rebaño de alta productividad a la vez que combinaba esta actividad con otros cultivos agrícolas. Vendió 150 cabezas de ganado para mantener sólo 10 animales y logró incrementar sus ingresos a partir de la leche, mientras plantaba cerca de 10.000 árboles, un acre de árboles frutales, pastos y forrajes de leguminosas cuyas semillas suministró a otros agricultores. Además, su familia se benefició de plantaciones de maíz, coliflor y zanahorias, además de 20 colmenas de abejas. Él atribuyó la rápida adopción de las nuevas formas de gestión de la tierra a las actividades de la Escuela de Campo para Agricultores, la cual promueve el aprendizaje de agricultor a agricultor. Otros agricultores se han beneficiado de la introducción de árboles frutales, mejorando su nutrición y diversificando sus oportunidades de generación de ingresos. Otras actividades han incluido creación de viveros comunales que han permitido a los agricultores a plantar en colinas desnudas más de 150.000 árboles en la zona, tanto para madera como para frutas.
Un proceso multisectorial participativo para evaluar y cartografiar la degradación de la tierra y la Gestión Sostenible de la Tierra (GST) se llevó a cabo en toda la cuenca. Esta evaluación proporcionó la información de referencia y una estimación territorial armonizada de los elementos tangibles de los bienes y servicios del ecosistema, tales como los impactos del uso de la tierra y las prácticas de gestión de suelo, aguas, biomasa y biodiversidad, así como sus implicaciones sociales y económicas.
Los tomadores de decisiones en los cuatro países son asistidos en el análisis del tipo de procesos de degradación de la tierra que se están produciendo, incluidos aquellos exacerbados por el cambio climático, dónde están sucediendo, cuáles son las tendencias y por qué y cuáles son sus impactos ecológicos y socioeconómicos esperados. Los datos y mapas se utilizan para diseñar una mejor estrategia de intervención del proyecto, identificando las mejores prácticas de GST para su replicación y dirigir intervenciones de respuesta a distintas escalas.
La comparación de mapas que muestran la degradación y la eficacia de las GST permite a los tomadores de decisiones identificar qué áreas requieren intervención, seleccionar buenas prácticas a replicar, y elegir las medidas de GST adicionales necesarias para hacer frente a problemas de degradación específicos.
La información obtenida permite una gestión territorial y del paisaje intersectorial y contribuye al logro de varios objetivos, entre ellos la productividad sostenible, la mayor resistencia a la variabilidad climática y sus vaivenes y la mitigación del cambio climático.
<small>* Del folleto "Historias de éxito de la FAO sobre Agricultura climáticamente inteligente" de fecha 16 de junio de 2014, accesible en <a href="http://www.fao.org/3/a-i3817e.pdf">http://www.fao.org/3/a-i3817e.pdf</a></small>

## PERSPECTIVAS Y RESPUESTAS RECOMENDADAS

Las proyecciones de la FAO indican que el 80 por ciento de los alimentos adicionales necesarios para satisfacer la demanda en el 2050 deberá proceder de tierras ya cultivadas. Existen pocas posibilidades de expansión de la superficie agrícola, excepto en algunas partes de África subsahariana y en América del Sur. Un tercio de la superficie terrestre mundial se encuentra degradada en un grado entre moderado y alto, debido a la erosión, la salinización, la compactación y la contaminación química de los suelos (FAO, 2011a). Además, a esta cifra se añaden unos 12 millones de hectáreas de tierra cada año debido a la sequía y la desertificación (CNUCLD, 2013). Gran parte de la tierra que queda disponible o no es apta para la agricultura y/o los costos ecológicos, sociales y económicos involucrados en su cultivo son prohibitivos.

Entre las opciones disponibles se encuentra la intensificación de la producción agrícola, la mejora de la productividad por unidad de agua, un aumento de la salubridad de los suelos, la reducción de los residuos

suministro mundial de alimentos de aquí a 2050 como alentadoras, aunque con salvedades.

El documento afirma que muchos de los pobres que sufren actualmente de inseguridad alimentaria lo seguirán siendo así a pesar de las perspectivas alentadoras. Se necesitarán inversiones dirigidas, sustanciales, públicas y privadas para reducir la pobreza, aumentar los ingresos, y garantizar la seguridad alimentaria de muchos de los residentes rurales y urbanos del mundo.

Un escenario semejante se proyecta para la disponibilidad de agua como apoyo para satisfacer la demanda de la producción de alimentos a nivel mundial, acompañado por un aumento en el número de regiones con escasez de agua. Para ello será necesario mejorar los mecanismos de gobernanza y la inversión en tecnologías e infraestructura de agua. También se necesitará de estrategias de seguridad alimentaria bien planificadas para hacer frente a la escasez de suministros y acuerdos comerciales para protegerlos de la

de la innovación y de otras soluciones sinérgicas como el reciclaje y la reutilización de agua y nutrientes procedentes de los residuos municipales.

Como la agricultura seguirá soportando los medios de vida rurales y proporcionando puestos de trabajo para un número considerable de personas en los países en desarrollo, se necesitarán inversiones en infraestructura rural y redes de seguridad alimentaria.

La agricultura seguirá teniendo la mayor participación en la disposición de agua a nivel mundial y tendrá que ser cada vez más eficiente, para hacer frente a la creciente demanda urbana e industrial y los requisitos de caudales ambientales. Entre las medidas esenciales que se deberán tomar ahora, se encuentran la innovación tecnológica y las inversiones específicas en la formación, el desarrollo institucional y la educación para impulsar la productividad.

El cambio climático ya ha añadido nuevos desafíos a las agendas del agua y la agricultura, sobre todo en términos de una adaptación mejorada, a niveles tanto regionales, como de cuenca hidrográfica y del hogar, del almacenamiento de aguas, el uso conjunto de aguas subterráneas y superficiales, la captura de aguas residuales y su reutilización, la agroforestación, y la inversión en investigación. Es necesaria una atención especial para las tierras altas y las montañas donde se origina gran parte del suministro de agua en el mundo.

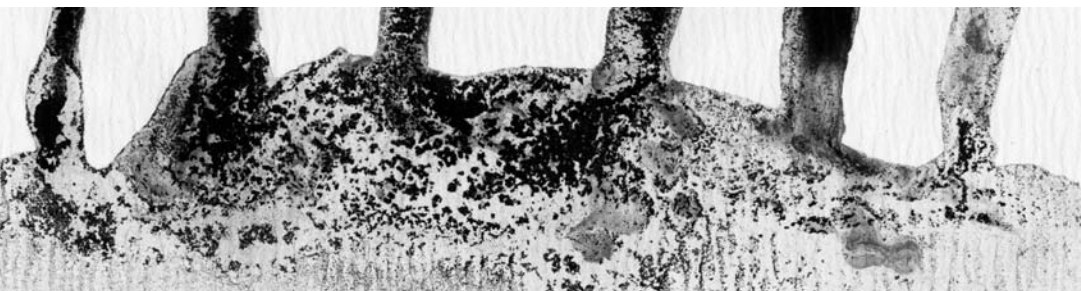
La sobreexplotación de la tierra y los recursos de agua dulce, tanto superficiales como subterráneos, así como su degradación y contaminación deben ser abordados con decisión. En otros lugares, la agricultura intensiva, el desarrollo industrial y ciudades en crecimiento contaminan los cuerpos de agua hasta un grado que los convierte en no disponibles para el uso doméstico o agrícola.

alimentarios y las pérdidas de producto desde la granja a la mesa, y los cambios en el comportamiento del consumidor, implementados todos de manera integral, coherente, basados en las circunstancias específicas en las escalas de comunidad y nacional, apoyado por incentivos adecuados y herramientas reguladoras.

El libro blanco elaborado por la FAO y el Consejo Mundial del Agua (2015) califica las perspectivas del

volatilidad de los precios en el suministro de alimentos.

Gran parte del crecimiento esperado de la población de aquí a 2050 se producirá en las zonas urbanas de los países en desarrollo. La competición resultante por los recursos hídricos y de la tierra tendrán que ser bien gestionados de manera que la agricultura pueda cubrir las necesidades de una mayor población urbana y seguir siendo viable. Esto requerirá



Intervenciones de políticas públicas, con una mezcla eficaz de instrumentos económicos y medidas regulatorias deberán ponerse en marcha a todos los niveles, a partir del nivel más bajo, el de los hogares.

Una mayor inversión en tecnologías e investigación para mejorar los cultivos de los pequeños agricultores, ganaderos y la producción de peces es esencial. Los incentivos a los agricultores para aumentar la productividad de la tierra y el agua y aquellos de educación, capacitación y difusión deben ir acompañados de medidas para fomentar la participación del sector privado y las asociaciones público-privadas en las nuevas tecnologías que se necesitan. Éstas deben complementarse con programas y mecanismos de ayuda a los agricultores, especialmente los pequeños agricultores, para hacer frente a los riesgos que emanan de los picos de precios de los insumos, los bajos rendimientos de los cultivos, y los fenómenos meteorológicos extremos.

El acceso universal y garantizado al agua potable, su saneamiento y a la salud son esenciales para la seguridad

alimentaria y nutricional, con especial énfasis en las mujeres y los niños.

Son necesarias políticas e inversiones para proporcionar empleo no agrícola en las zonas rurales, especialmente en aquellas donde los recursos de tierra y agua limitan el desarrollo. Esto también permite aliviar la presión migratoria sobre las áreas urbanas.

La asignación de roles de género en la agricultura trabaja en gran medida en perjuicio de las mujeres, especialmente en los países en desarrollo, donde las mujeres son responsables de gran parte de la actividad agrícola. Son necesarias reformas institucionales, modificaciones del discurso de políticas públicas e inversiones dirigidas, pero aún así muchos de los marcos institucionales que influyen en la agricultura no reivindican el papel de la mujer en el sector. Unas instituciones más adecuadas, políticas de discriminación positiva e inversiones estratégicas son necesarias para corregir esta situación, no sólo en la producción sino también en el desarrollo de capacidades, la difusión, la distribución de tierras, el acceso

a los recursos y oportunidades de empleo más equitativas.

Las instituciones del agua deben adaptarse a una creciente competencia por el agua y la tierra en la agricultura y deben reflejar efectivamente los problemas de equidad y eficiencia para hacer frente a la competencia y la escasez. La seguridad de la propiedad de la tierra y de los derechos de agua debe garantizarse mediante la transparencia. Esto a su vez alentará a los agricultores a invertir en sus tierras para aumentar su productividad y reducir las brechas de rendimiento.

Estructuras de gobierno adaptativas que atienden a las circunstancias cambiantes, incluyendo sistemas administrativos, financieros y judiciales deben ser implementadas y permitidas evolucionar, mediante una participación efectiva de los interesados y unos mecanismos de transparencia y rendición de cuentas adecuados.

**Olcay Ünver**

Ingeniero Civil

Director Adjunto, División de Tierras y Aguas,  
Organización de Alimentos y Agricultura  
de las Naciones Unidas (FAO)

## Nota

[1] Actualización 2015 para el artículo de referencia "Límites planetarios: Explorando un espacio seguro de operación para la Humanidad" por Rockström *et al.* (2009) que afirma que cuatro de los nueve límites planetarios (cambio climático, pérdida de la integridad de la biosfera, cambio del sistema de las tierras, ciclos biogeoquímicos alterados) ya se han superado debido a la actividad humana (Steffen *et al.*, 2015).

## Referencias bibliográficas

– Asian Development Bank. 2013. Gender equality and food security – women's empowerment as a tool against hunger. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank.

– FAO. 2011a. Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome. URL: <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>

– FAO. 2011b. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk. Food

and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.

– FAO. 2012a. Global forest products facts and figures 2012. Rome. (available at <http://www.fao.org/forestry/statistics/80938/en/>).

– FAO. 2014. Building a common vision for sustainable food and agriculture, Rome.

– IPCC. 2014. Fifth Assessment Report, Working Group 3, Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

– FAO. 2013a. FAO statistical yearbook 2013. World food and agriculture. Rome.

– FAO, IFAD and WFP, 2013. The State of Food Insecurity in the World: The multiple dimensions of food security, 2013, Rome. <http://www.fao.org/docrep/018/i3434e/i3434e.pdf>

– ISBN 978-92-5-108471-7 (print); E-ISBN 978-92-5-108472-4 (PDF). URL: <http://www.fao.org/3/a-i3940e.pdf>

– FAO. 2014. The State of Food and Agriculture 2014, Rome. URL: <http://www.fao.org/3/a-i4036e.pdf>

– FAO. 2015. The State of Food Insecurity in the World 2015, Rome.

– FAO and World Water Council. 2015. White paper: Towards a water and food secure future. Rome and Marseilles, 2015.

– FAOSTAT. 2013. FAO, Rome. (available at <http://faostat.fao.org/>).

– Lundqvist, J., Grönwall, J. and Jägerskog, A. 2015. Water, food security and human dignity – a nutrition perspective. Ministry of Enterprise and Innovation, Swedish FAO Committee, Stockholm.

– URL: <http://www.government.se/contentassets/5ef425430d2f49cea3ebc4a55e8127e5/water-food-security-and-human-dignity>

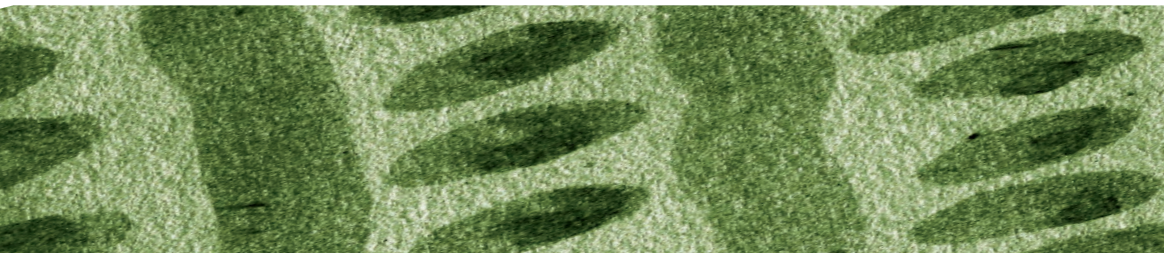
– Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J. Foley. 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32 URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>

# DISEÑAR PARA LA CONFIABILIDAD CLIMÁTICA:

## SUPERAR LA INCERTIDUMBRE EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA

John H. Matthews y Guillermo Mendoza

**DESCRIPTORES:**  
RIESGOS E INCERTIDUMBRE  
CAMBIO CLIMÁTICO  
SEGMENTACIÓN DE DECISIONES  
ITINERARIOS ADAPTATIVOS  
ECO-INGENIERÍA



### INTRODUCCIÓN



**E**l deseo de gestionar el agua de forma sostenible tiene un amplio apoyo, pero la propia definición de gestión “sostenible” del agua se ha demostrado difícil para los políticos utilizando instrumentos tales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), pero dichos objetivos no son menos exigentes a nivel operativo. Una cuestión importante para la definición de la sostenibilidad en un contexto operacional es la escala de tiempo más relevante para su medición: ¿se puede definir como sostenible a un año?, ¿una década?, ¿un siglo?, ¿más tiempo?

En la práctica, gran parte de nuestra gestión del agua se desarrolla mediante la construcción y explotación de infraestructuras hídricas con un largo ciclo de vida - las infraestructuras que puede tener una vida útil de un siglo o más (por ejemplo, Li y Xu 2006), superando incluso a los marcos de financiación y de gobernanza que crearon dicha infraestructura (Hallegatte 2009). Con estos ciclos de vida, las decisiones adoptadas hoy sobre su diseño, asignación, gobernanza y operaciones pueden tener impactos décadas más tarde, escala de tiempo muy relevante respecto del actual período de cambio climático (Dominique 2013). De hecho, el cambio climático ha sido identificado como

un riesgo potencial para los gestores del agua hace algunas décadas, pero no existe consenso sobre gestionar el clima como riesgo (y oportunidad). Desde 2008, sin embargo, el nivel de discusión entre los gestores del agua y los planificadores se ha intensificado cuando pensadores de alto perfil empezaron a cuestionar el supuesto de que un análisis de la hidrología pasada es un medio suficiente para la comprensión de las futuras condiciones hídricas (Milly *et al.* 2008, Wilby y Dessai 2010).

Comprender en su justa medida, forma y gravedad de los riesgos climáticos a los que se enfrenta la gestión del agua y la planificación es necesaria para lograr la gestión sostenible de recursos y el desarrollo de sus objetivos correspondientes a la energía, la producción de alimentos, el saneamiento y abastecimiento de agua, y los ecosistemas. Muchas autoridades reconocen que el agua es fundamental para la comprensión de los impactos humanos derivados del cambio climático (Sadoff y Muller 2009), pero no existe acuerdo respecto de dónde, cuándo y cómo el cambio climático influye para las decisiones de gestión del agua. El cambio climático no es relevante para todas las decisiones de gestión del agua, ni son los impactos del cambio climático igualmente significativos cuando mues-

tran su influencia (Stakhiv 2011). Más allá de estos lugares comunes básicos, sin embargo, existe poco consenso en torno a cómo identificar los riesgos presentes y futuros para así desarrollar estrategias de adaptación que sean robustas a dichos riesgos.

Estos riesgos no afectan de manera uniforme en todas las disciplinas que intervienen en la gestión del agua. Para la toma de decisiones sobre los ecosistemas acuáticos, por ejemplo, la tolerancia de la información cualitativa respecto del conocimiento cuantitativo es relativamente alta; la toma de conciencia de cómo las tendencias climáticas se desarrollan puede ser suficiente para los tomadores de deci-

siones ambientales en muchos casos. Para las inversiones en infraestructura, sin embargo, la cuantificación de los riesgos es necesaria para que se cumplan los objetivos con precisión, sobre todo si esos objetivos se han definido a través de un enfoque económico o financiero. Debido a que las infraestructuras hidráulicas son tan necesarias para satisfacer las demandas de las economías modernas, gran parte de la responsabilidad para limitar los riesgos climáticos recae sobre los ingenieros y sus superiores directos.

En pocas palabras, los ingenieros construyen cosas. Estas estructuras a menudo son difíciles de diseñar y construir, caras y difíciles de mover,

modificar o demoler. Como inversión, las infraestructuras hídricas influyen en los ecosistemas, las economías y las comunidades por períodos muy largos, incluso más allá de su vida útil (Hallegatte *et al.* 2011).

A continuación, un ecólogo acuático, un ingeniero civil y un científico del clima describen su posición común respecto de cómo el cambio climático influye en el trabajo de los gestores y planificadores hidráulicos, algunos enfoques recientes para identificar y responder a estos riesgos, y los medios para la integración de estos enfoques dentro de los correspondientes marcos institucionales y de financiación.

## EL SIGNIFICADO DEL CAMBIO CLIMÁTICO: LA INCERTIDUMBRE COMO UN “NUEVO” RIESGO

Ni el cambio climático ni la incertidumbre sobre el futuro son nuevas cuestiones para los ingenieros o los gestores hidráulicos. De hecho, el supuesto de que las condiciones hídricas pasadas eran suficientemente precisas para describir los riesgos y disponibilidad de agua futuros (por ejemplo, el diseño de un dique que se inunde se encuentran 1 de cada 100 años sobre la base de 30 años de datos de seguimiento) se conoce por ser una “burda” pero útil aproximación. Se asumía hasta ese momento que el clima era fijo o “estacionario” (Milly *et al.* 2009, Wilby *et al.* 2009).

La comunidad hídrica del agua se vió incomodada con este supuesto, toda vez que el pulso del cambio climático se ha acelerado en las últimas décadas y los científicos del clima se han sentido más cómodos atribuyendo el papel de modificaciones antropogénicas a eventos singulares. Ciertamente, el nivel de conciencia respecto de la existencia de una conexión potencialmente disruptiva entre el cambio climático y la ges-

tión del agua se ha intensificado. La aparición de nuevas condiciones hidrológicas, aparentes cambios en la variabilidad del clima y la sospecha generalizada de que las estructuras de muchas décadas de edad ya no se ajustan a las condiciones climáticas actuales parecen haber fomentado un descontento cada vez mayor con los actuales protocolos de análisis cuantitativos de datos para apoyar el diseño, planificación y operación de dichas infraestructuras (por ejemplo, Lins y Cohn 2011).

Desde la década de 1990, los modelos climáticos se han utilizado como una herramienta para proyectar el ritmo y el alcance de los futuros impactos del clima con el fin de aportar información a unas soluciones de gestión del agua más robustas. Como herramienta, los modelos climáticos a escala reducida permitieron una aproximación cuantitativa del clima futuro. En muchos sentidos, estos modelos permiten a los ingenieros introducir nuevos datos sin cambiar significativamente la

forma en que se toman las decisiones de diseño y gestión.

Sin embargo, el uso de estos modelos ha demostrado ser controvertido debido a sus limitaciones en la aproximación del ciclo del agua y en prestar, en la práctica, una información fiable. Las discusiones sobre el uso racional de la información de los modelos climáticos a menudo se han centrado en cómo reducir o limitar las incertidumbres dentro y entre los modelos y escenarios. Las discusiones técnicas sobre la “incertidumbre” a menudo han demostrado ser confusas y poco útiles para los tomadores de decisiones que buscan recomendaciones técnicas en lenguaje sencillo y simple. Al enterarse de que los modelos eran incapaces de tener un consenso sobre los aumentos o disminuciones en la disponibilidad anual de agua, pueden incluso haber manchado la reputación de métodos confiables para la incorporación de información climática en las decisiones de gestión del agua (Kundzewicz y Stakhiv 2010, Brown y Wilby 2012).

Si bien los modelos y escenarios futuros son susceptibles de mejorar en su resolución y precisión, muchos gestores del agua y los planificadores han encontrado a los modelos climáticos insatisfactorios para la toma de decisiones cuando son necesarias proyecciones cuantitativas a largo

plazo. Por otra parte, los cambios inducidos por el clima cambia en el ciclo del agua no alterarán sólo las especificaciones de diseño y operación para la disponibilidad de agua y su variabilidad; el cambio climático ya está cambiando muchos aspectos de la demanda de agua también. Así como

las redes de saneamiento corroídas por la lejía detrás de envejecidos depósitos y aliviaderos colmatados son ejemplos de cómo grandes cambios en la disponibilidad de agua pueden ser afectados por los propios sistemas en explotación, existen también pautas de consumo que pueden tener una influencia comparable o incluso superior a los impactos climáticos directos. El cambio de una agricultura de secano por una de regadío, el cambio de una economía industrial a una de servicios, corrientes migratorias y cambios en la natalidad y la salud, la proliferación de las megalópolis, y la afluencia de población desde las zonas áridas a otras regiones húmedas pueden ser tendencias entre las más fáciles de predecir, pero todas estas tendencias interactúan de manera compleja entre ellas. En conjunto, la combinación de los impactos climáticos directos e indirectos y los cambios socioeconómicos se ha dado en llamar “incertidumbre profunda” por algunos observadores para hacer patente el reto de tomar decisiones de alto impacto y larga vida a pesar de las grandes lagunas de conocimiento existentes sobre los comportamientos futuros (Hallegatte *et al.* 2012, Walker *et al.* 2013).

Los tipos de enfoques de ingeniería necesarios para afrontar un futuro claramente definido y bien identificadas sus tendencias serían muy diferentes de las necesarias para un futuro “no confiable”, o incluso un pasado desconocido y no registrado (Brown 2010). El nivel generalizado de insatisfacción entre ingenieros, gestores del agua, y tomadores de decisiones sobre la utilidad de la información climática proyectada ha dado lugar a dos preocupaciones de carácter general:

**Una enorme roca en el alto Ártico noruego. Longyearbyen, Noruega. @ UN Photo/Rick Bajornas.**





1. ¿Cómo podemos tomar decisiones a largo plazo sobre proyectos específicos dada la profunda incertidumbre existente sobre el futuro de los efectos del clima, en un lugar concreto?, y
2. ¿Cómo podemos replicar las lecciones obtenidas de situaciones y proyectos concretos para asegurar que la información climática se integre adecuadamente en el diseño y el funcionamiento de todos

los sistemas ingenieriles de gestión de agua a nivel institucional?

Estas dos preocupaciones difieren entre sí principalmente en su nivel de análisis (escala de proyecto individual *vs* los procesos generales de toma de decisiones): el desarrollo de una solución para un único proyecto no es igual que asegurar que todos los proyectos desarrollados por una institución de gestión de aguas diversa y

de gran potencial hayan identificado y evaluado adecuadamente sus riesgos climáticos. A escala del proyecto, es esencial hacer hincapié en las prácticas mejores, más apropiadas. A nivel institucional, el enfoque requiere comenzar por examinar cómo funcionan los modelos existentes de toma de decisiones y posteriormente modificar las fases más relevantes de esos procesos para que se ajusten a metodologías de proyecto exitosas.

## NORMALIZAR LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA: AFRONTAR LA INCERTIDUMBRE CLIMÁTICA A ESCALAS GENERAL Y DE PROYECTO

Los procesos de diseño de ingeniería para infraestructuras hidráulicas siguen una estructura y un ciclo de tomas de decisiones similar a nivel mundial. Utilizando la metodología del US Corps of Engineers (2000) como ejemplo, estas fases suelen incluir las siguientes:

- Fase 1 - Identificación de problemas y oportunidades
- Fase 2 - Inventario y previsión de condicionantes

- Fase 3 - Formulación de alternativas
- Fase 4 - Evaluación de alternativas
- Fase 5 - Comparación de alternativas
- Fase 6 - Selección de alternativas

La inclusión de información sobre el clima en un proyecto de gestión hídrica debe incluir dos elementos: la necesidad en primer lugar de *evaluar* el impacto potencial del cambio climático sobre un proyecto existente o planificado de una manera tal que valore de forma fiel la incertidumbre

climática y posteriormente, desarrollar una estrategia (o conjunto de estrategias), *reducir* o *evitar* los futuros riesgos climáticos identificados. Desde una perspectiva de sostenibilidad, una solución ideal deberá también tener en cuenta los impactos ecológicos y sus interacciones. Desarrollos metodológicos recientes han identificado marcos de decisión prometedores para la incorporación de la información climática en los procesos de gestión hídrica.

## La identificación de los riesgos climáticos mediante la Segmentación de Decisiones

Desarrollado a lo largo del 2008 por la Comisión Mixta Internacional de los Grandes Lagos Superiores de Norteamérica, la metodología de Segmentación de Decisiones es un sistema “de abajo a arriba”. El enfoque para conjugar los diseños de adaptación al cambio climático con la planificación ingenieril tradicional (Brown *et al.* 2011, Wilby 2011, IJC 2012). La Segmentación de Decisiones comienza examinando el contexto de decisión, que se define por un “planteamiento del problema” explícito (USACE 2000), que a su

vez alimenta los procesos de diseño y planificación (Brown *et al.* 2012, Weaver *et al.* 2012). La Segmentación de Decisiones define unos límites a las partes interesadas para guiarles en el proceso de resolución del problema, donde el clima no es más que un factor agravante de otras principales preocupaciones (potenciales). En otras palabras, los futuros estados climáticos no se pronostican o proyectan para definir el planteamiento del problema, ya que tales proyecciones tienen una fuerte tendencia a sesgar las métricas hacia aquellas que pueden

visualizarse a través de modelos climáticos a escala reducida en lugar de los objetivos de gestión definidos por las partes interesadas y los tomadores de decisiones. La Segmentación de Decisiones requiere al planificador enfrentarse al espectro completo de la incertidumbre proporcionada por los modelos climáticos y sus escenarios, aunque se puedan incluir otras formas de datos climáticos y no climáticos como, por ejemplo, registros paleo hidrológicos, registros climáticos actuales, y otros tipos de datos resultantes del modelo. Las métricas defini-

das por las partes interesadas y los tomadores de decisiones pueden ser contrastadas con los datos climáticos para definir “puntos de ruptura”, que luego puedan ser comparados con la tolerancia al riesgo y al fallo asumibles por los tomadores de decisiones (García *et al.* 2014).

La Segmentación de Decisiones como técnica implica que la proyección de las condiciones climáticas no forma parte de la formulación del problema. En su lugar, debemos mantener las prácticas tradicionales de ingeniería que formulan el enunciado del problema mediante los requisitos de desempeño crítico en la prestación de servicio o la reducción del riesgo (USACE 2000). Todos los

estados climáticos que violen estos umbrales críticos de rendimiento o de reducción del riesgo pueden ser identificados a través de la Segmentación de Decisiones, que se superponen como factores agravantes añadidos al proceso de planificación y diseño. La climatología y el análisis climático se utilizan en esta etapa para determinar la plausibilidad de estos estados climáticos críticos que se aportarán a la evaluación de soluciones de ingeniería climáticamente robustas (Weaver *et al.* 2012). Los distintos niveles de confianza para un estado climático específico, así como las capacidades institucionales y niveles de consecuencia, proporcionan un marco de decisión para los

diseños de adaptación al clima que para que puedan ser orientados hacia la flexibilidad, robustez, eficiencia, o alguna combinación de distintas técnicas de evaluación. Tradicionalmente, la ingeniería a menudo ha guiado a los tomadores de decisiones hacia la selección de soluciones eficientes como el enfoque más óptimo, si bien a menudo existen o se pueden construir otros mecanismos institucionales para proporcionar un marco de robustez, flexibilidad, o alguna combinación de estas cualidades (como la integración de la Segmentación de Decisiones con los Itinerarios Adaptativos, descritos a continuación, o mediante el uso de planes de cofinanciación pluri institucional).

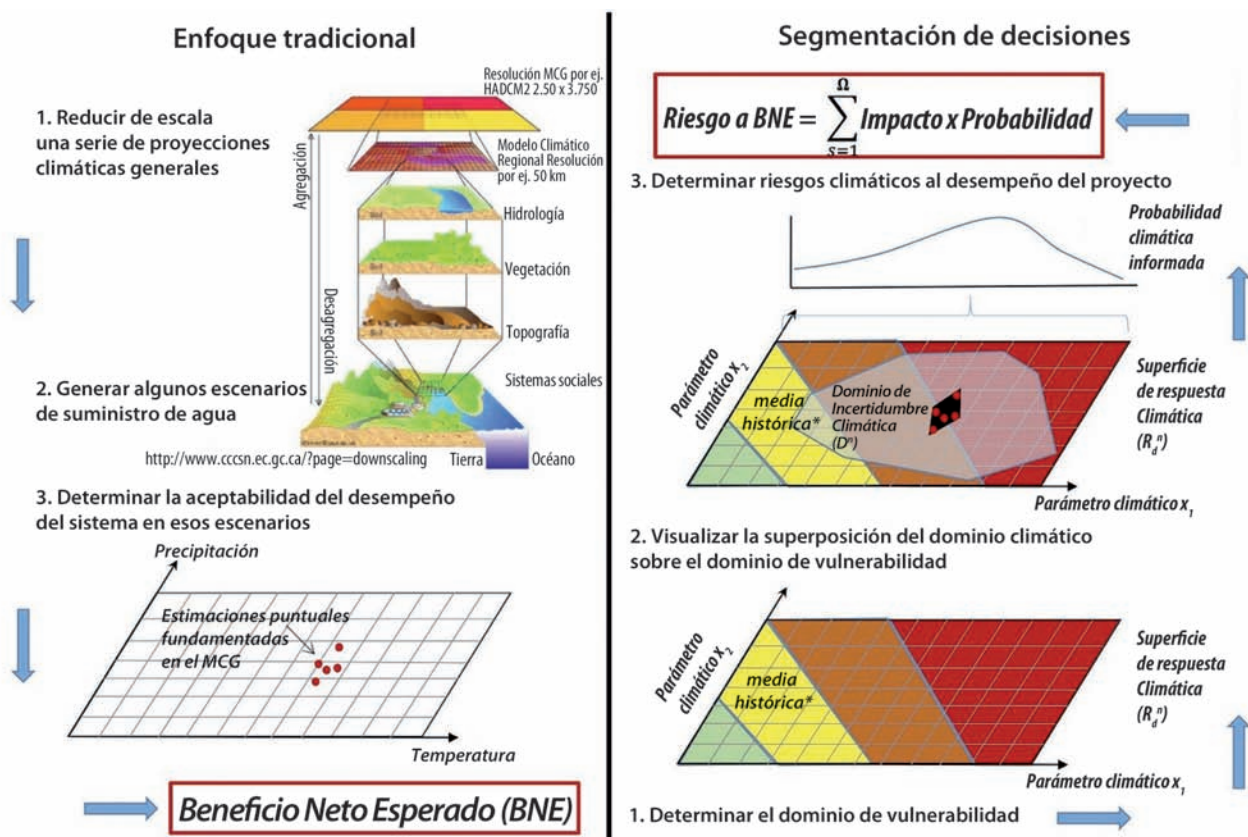


Fig. 1. Los enfoques tradicionales de evaluación de los riesgos climáticos hacen hincapié en una metodología arriba - abajo que comienza con la reducción de escala de modelos climáticos generales a escala local, conectando estos resultados a la gestión de las aguas y otras variables hídricas de interés, y la evaluación de la tolerancia al riesgo respecto de alguna metodología, tales como el mecanismo económico de cálculo del Beneficio Neto Esperado (BNE). Las incertidumbres en las proyecciones están generalmente ocultas, incluso cuando se magnifican a través de múltiples etapas de modelo. La Segmentación de Decisiones se concibe como una metodología de abajo arriba, que se inicia acercándose a las partes interesadas para definir un dominio de vulnerabilidad (delimitado por “puntos de ruptura”, utilizando criterios definidos por las partes interesadas), la cartografía de una variedad de datos sobre el clima en ese dominio, y evaluar ese dominio mediante metodologías externas tales como la BNE. Imagen cortesía de Patrick Ray.

## La reducción de los riesgos climáticos mediante Itinerarios Adaptativos

La Segmentación de Decisiones se presenta como una poderosa herramienta de prueba de carga de sistemas de gestión del agua, sus infraestructuras y sus normas de operación mediante la aplicación de indicadores de desempeño que han sido definidas por las partes interesadas y los tomadores de decisiones. Estos indicadores de desempeño son evaluados frente a una amplia gama de condiciones no restringida por las proyecciones climáticas. Como resultado de ello, la Segmentación de Decisiones ofrece a los gestores del agua una buena estimación de la gama de situaciones climáticas en los que un sistema de gestión específico funciona aceptablemente de acuerdo con las métricas de rendimiento preestablecidas, así como las medidas alternativas que ampliarán este rango de rendimiento. Como tal, la Segmentación de Decisiones ofrece un “diagnóstico” sobre las condiciones estimadas, reales, e hipotéticas en un momento específico en el tiempo. Dada la larga vida operativa de la mayoría de la infraestructura hídrica, ¿cómo podemos implementar estas decisiones a través del tiempo, sobre todo cuando el alto nivel de incertidumbre pueden sugerir estrategias exitosas muy diferentes en el futuro, que a su vez pueden requerir largos tiempos de concienciación y preparación, pueden ser alternativas, o incluso excluyentes, de tal manera que el perseguir una sola intervención adaptativa puede hacer otra más difícil, más cara, o incluso imposible de realizar? ¿Qué debemos buscar en primer lugar? ¿Se puede maximizar la flexibilidad y al mismo tiempo minimizar el riesgo?

Muchos enfoques actuales de la gestión del riesgo climático actuales maximizan la flexibilidad, centrándose en los llamados enfoques sin-constricciones, los cuales dejan lo más abierta posible la gama más completa de opciones (por ejemplo,

Heltberg *et al.* 2009). Las decisiones sobre la infraestructura, sin embargo, pueden ser un reto para estos enfoques sin constricciones dado que las grandes inversiones pueden tener un alto potencial de resultados “comprometedores”, reflejando la necesidad de tomar muchas decisiones relativamente inflexibles durante el proceso de diseño. Por lo tanto, los Itinerarios Adaptativos (Haasnoot *et al.* 2012) se han desarrollado como un mecanismo para idear cómo las secuencias de decisiones pueden ser gestionadas en el tiempo.

En efecto, en la planificación *consecutiva* de inversiones para un sistema de gestión del agua, un gestor de agua necesita información sobre la plausibilidad de cómo los posibles cambios climáticos afectan al sistema más allá de una estimación del rango de desempeño para juzgar la urgencia de dicha inversión. Para ello, se pueden utilizar rangos plausibles de proyecciones moderadas. A efectos de planificación, es necesaria la información sobre el orden, la flexibilidad, el nivel potencial de compromiso, y el tiempo aproximado de las acciones a tomar. Los Itinerarios Adaptativos proporcionan una metodología para priorizar estas acciones. Los Itinerarios Adaptativos describen una secuencia de acciones políticas o inversiones en instituciones e infraestructuras en el tiempo para lograr un conjunto de objetivos preestablecidos (por ejemplo, indicadores de rendimiento y umbrales de decisión) dadas unas condiciones cambiantes, inciertas, y difíciles de estimar.

Un diagrama de Itinerarios Adaptativos proporciona conocimiento respecto del desempeño de distintas actuaciones, la secuencia de dichas actuaciones a través del tiempo, los potenciales callejones sin salida decisivos, y “pies forzados” (por ejemplo, decisiones que son difíciles o imposibles de reordenar o desha-

cer una vez tomadas). Por ejemplo, la construcción de una nueva presa puede requerir de una década de planificación, diseño y construcción, lo que implica que el liderazgo necesario para invertir en esa presa se debe hacer por lo menos 10 años antes de que se necesiten sus servicios. ¿Qué puntos decisivos de inflexión se deben cumplir antes de iniciar un proceso tan costoso, esencialmente irreversible? ¿Qué alternativas de suministro de agua o de generación de energía deben ser considerados en el ínterin? En tal caso, la presa deberá construirse de manera modular o incrementalmente? ¿Qué riesgos a largo plazo deben considerarse que podrían hacer necesario modificar o complementar la función y la estructura de la presa según la evolución del clima?

La Segmentación de Decisiones y los Itinerarios Adaptativos son dos métodos que se combinan bien ya que ambos comienzan comprobando la robustez de las soluciones de gestión del agua propuestas y/o reales frente a una gama de estados climáticos utilizando objetivos de decisiones relevantes para derivar las métricas de rendimiento e identificar umbrales (también llamados “puntos de inflexión adaptativos” [Kwadijk *et al.* 2010]) más allá de los cuales el rendimiento puede caer por debajo de los niveles aceptables. Además los Itinerarios Adaptativos añaden una perspectiva de planificación útil, permitiendo la incorporación de la urgencia de actuar, el orden posible de las actuaciones, mostrando la (in) flexibilidad de las medidas adoptadas y permitiendo la evaluación comparativa y de los compromisos de distintas alternativas en base a otros criterios relevantes, más allá de los objetivos primarios. Este análisis se puede hacer de manera cualitativa como en el ejemplo, o mediante métodos de análisis coste-beneficio más avanzados.

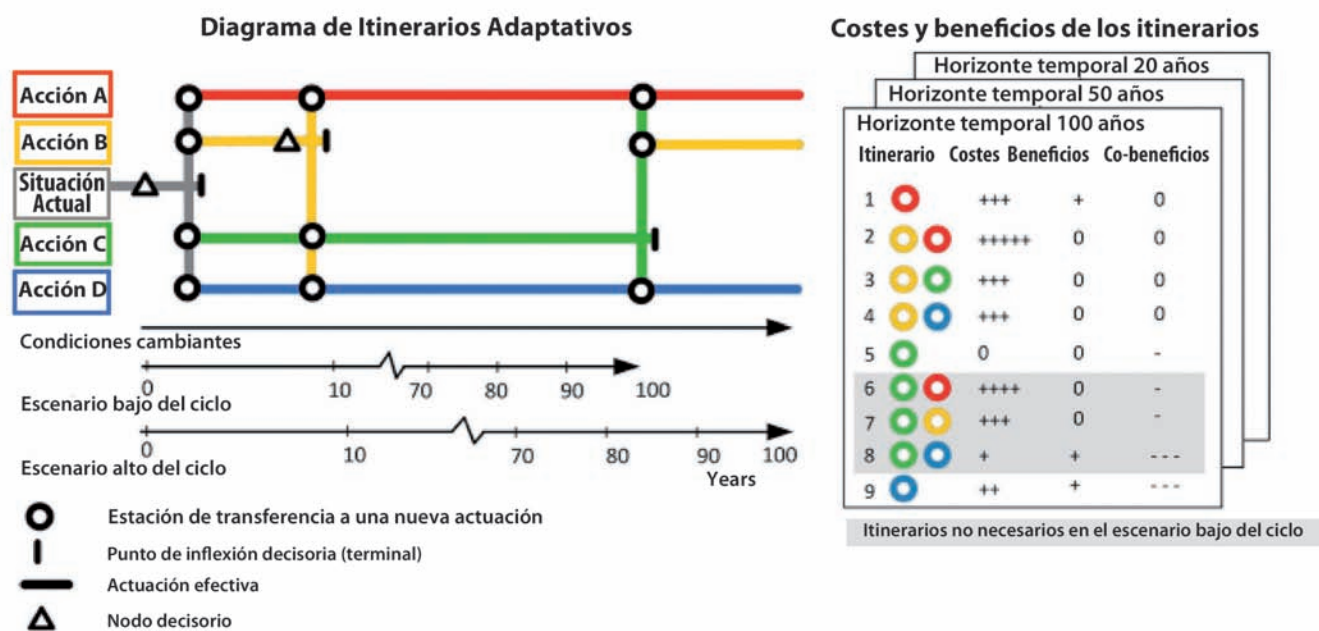


Fig. 2. Ejemplo de un diagrama de Itinerarios Adaptativos y análisis ponderado para cada una de los itinerarios. En el mapa, partiendo desde la situación actual, los objetivos dejan de cumplirse después de cuatro años; llegándose a un punto de inflexión adaptativo. Siguiendo las líneas grises del plan actual, se puede observar que existen cuatro alternativas de actuación. Las Actuaciones A y D deberían ser capaces de alcanzar los objetivos para los próximos 100 años en todos los escenarios. Si se elige la Actuación B, otro punto de inflexión se alcanzaría en unos cinco años más; A continuación, se necesitaría un cambio hacia una de los otras tres Actuaciones (A, C, o D) para lograr los objetivos. Si la actuación C se elige después de los primeros cuatro años, será necesario otro cambio a la Actuación A, B o D tras aproximadamente 85 años en el peor de los casos (líneas verdes sólidas). En todos los demás casos, los objetivos serán alcanzados por los próximos 100 años (la línea verde discontinua). Los colores en el análisis ponderado se refieren a las Actuaciones: A (rojo), B (naranja), C (verde) y D (azul). El punto en el cual los itinerarios comienzan a divergir puede ser considerado como un punto decisorio. Teniendo en cuenta un tiempo de iniciación por ejemplo, para el establecimiento de actuaciones, este punto se encuentra ante un punto de inflexión adaptativo.

## La integración del Ecosistema en la Gestión del Agua a largo plazo

Cualquier definición creíble de sostenibilidad a largo plazo debe incluir parámetros ecológicos. En las últimas décadas, la consideración de los ecosistemas en los proyectos de infraestructura se ha implementado normalmente a través de evaluaciones de impacto ambiental, que a menudo son relegadas casi al final de un proceso de diseño y planificación. Existen pocas metodologías estándar para estas evaluaciones, y su credibilidad es a menudo cuestionada, sobre todo porque los proyectos están a menudo bien desarrollados y son difíciles de modificar en esta etapa.

Las diferencias entre las disciplinas de la ingeniería y la ecología en torno a temas de gestión del agua han sido significativas y duraderas, particularmente respecto de la traducción de los temas de preocupación ecológica en un marco operativo que pueda ser evaluado a través de indicadores de desempeño de enfoque ingenieril. “Los servicios del ecosistema” ha sido el enfoque más generalizado a la integración de variables ecológicas mediante la asignación de valores monetarios a las funciones suministradas por los ecosistemas que son comparables con las funciones sumi-

nistradas por la infraestructura, como la purificación del agua, la reducción de los riesgos de inundación, y el almacenamiento de agua (Sappelt *et al.* 2011). El desarrollo y asignación de valor económico a los servicios del ecosistema son a menudo difíciles y pueden ser obliterados por los retornos de las inversiones provistas por los servicios de infraestructura planeados. Mientras que los servicios de los ecosistemas han tenido un cierto éxito, no han demostrado ser la panacea (Schröter *et al.* 2014).

Recientemente, un equipo de ecólogos e ingenieros desarrolló una

metodología utilizando la Segmentación de Decisiones (Segmentación de Decisiones Eco-Ingeniería o SDEI) como base para conjugar compromisos entre la infraestructura y los indicadores de rendimiento ecológico (Poff *et al.* 2015). Si bien ésta es muy reciente, la SDEI tiene un potencial prometedor ya que la metodología

facilita conjugar compromisos al principio del proceso de diseño y planificación (cuando los principales cambios son relativamente fáciles de hacer), sin referencia al valor económico, con indicadores ecológicos que se centran sólo en su función ecológica y su resiliencia. Por otra parte, la SDEI se desarrolló como comple-

mento a los Itinerarios Adaptativos, pudiendo ser utilizados para evaluar el impacto ambiental relativo de los Itinerarios Adaptativos alternativos. Para aquellas personas e instituciones que ya utilizan la Segmentación de Decisiones, la SDEI debe ser una técnica sencilla para su adopción e implementación.

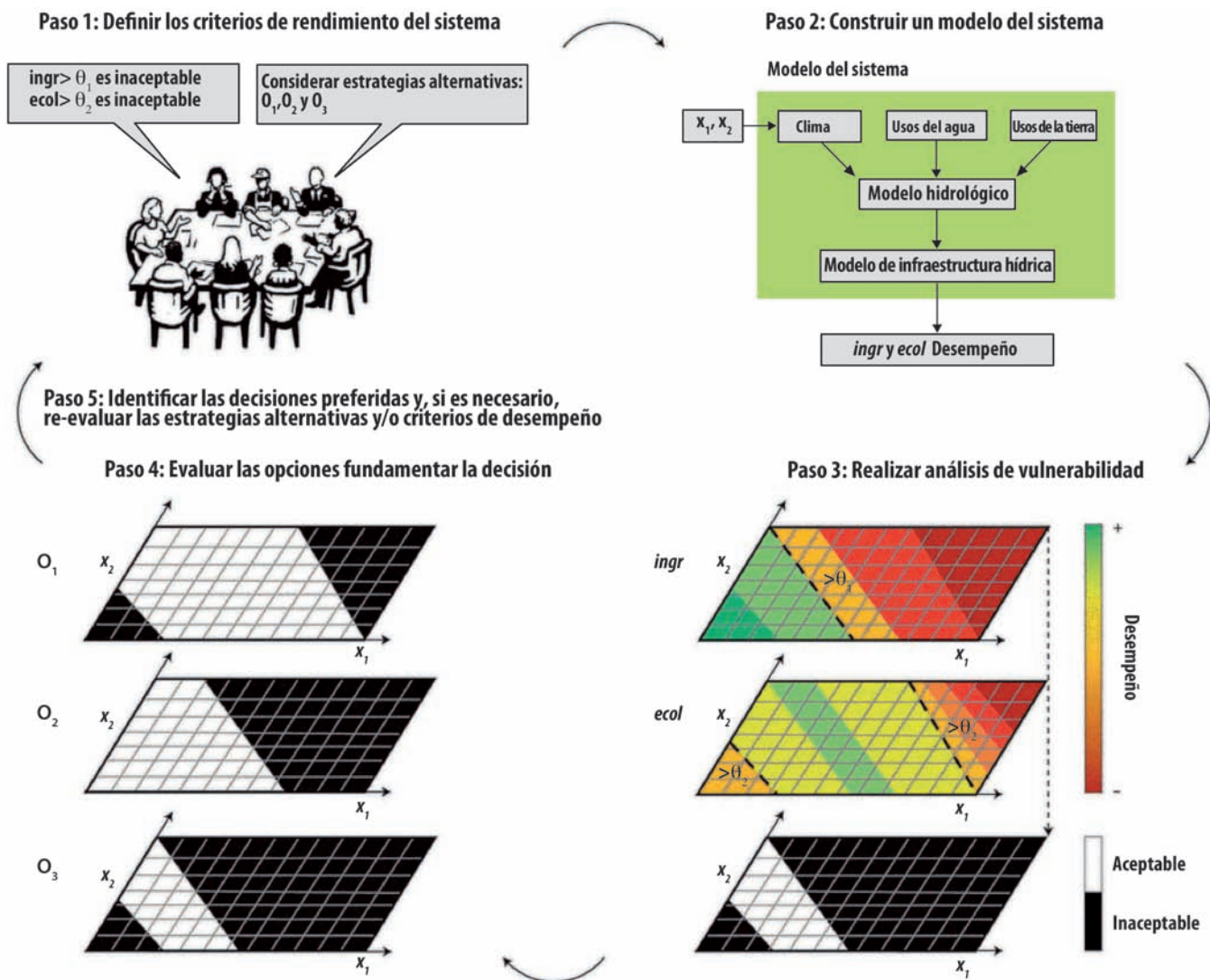


Fig. 3. Visión general del proceso de Segmentación de Decisiones Eco-Ingenieriles (SDEI). Los dos primeros pasos implican la definición de un conjunto de indicadores de desempeño ecológicos en los mismos términos que otros indicadores de ingeniería pertinentes, con los pasos 3 y 4 (y 5, si fuera necesario) utilizados para la comparación y evaluación de enfoques para equilibrar y conjugar riesgos y oportunidades entre los distintos requerimientos ecológicos e ingenieriles. Imagen publicada por primera vez en Poff, N. L., Brown, C. M., Grantham, T. E., Matthews, J. H., Palmer, M. A., Spence, C. M., *et al.* (2015). Sustainable water management under future uncertainty with eco-engineering decision scaling. *Nature Climate Change*, 1–10. <http://doi.org/10.1038/nclimate2765>.

## La incorporación de la Adaptación Climática a través del Ciclo de Diseño del Proyecto

Mientras la Segmentación de Decisiones, los Itinerarios Adaptativos, y la SDEI representan nuevos enfoques emergentes para evaluar y evitar los riesgos climáticos a los gestores del agua, los desafíos para la aplicación de estos métodos a nivel institucional requieren una reevaluación más general de cómo se definen, evalúan e implementan las decisiones a nivel mundial. En la mayoría de los casos, incorporar la adaptación al clima como un resultado consistente a nivel institucional requiere un proceso formal de sensibilización, (Wilby y Vaughan 2010).

Recientemente, el Banco Mundial ha desarrollado un proceso incremental para hacer común la Segmentación de Decisiones dentro de sus prácticas de inversión como medio para

reducir sistemáticamente los riesgos climáticos (Ray & Brown 2015). Del mismo modo, con el apoyo de grupos como Deltares, el Ministerio de Agua y Medio Ambiente Holandés (Rijkswaterstaat), así como los Gobiernos de Mongolia y Bangladesh han estado probando las implementaciones a nivel institucional de la técnica de los Itinerarios Adaptativos para desarrollar procesos de planificación secuencial a largo plazo.[1] Según ambos enfoques han madurado y ganado una mayor aceptación y atención, el interés ha crecido en cómo crear un enfoque más unificado e integrado para la gestión del agua a largo plazo que haga uso de sus complementariedades.

Una nueva iniciativa que comenzó en 2014 liderada por el Ministerio de

Agua y Medio Ambiente holandés, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos y la Alianza para la Adaptación Global del Agua (AGWA) está ahora conectando estas tres metodologías - la Segmentación de Decisiones, los Itinerarios Adaptativos, y la Segmentación de Decisiones Eco-Ingenieriles - en un proceso de toma de decisiones incremental para gestores del agua de perfil ingenieril, especialmente aquellos del mundo en desarrollo. Este proyecto, denominado provisionalmente sistema de Análisis de Decisiones Informado su Riesgo Climático-(ADIRC), está destinado a facilitar la incorporación de la adaptación climática a título institucional completando el ciclo clásico de diseño de ingeniería.[2]

## Distintos niveles de actuación: Proyectos, Instituciones, Políticas

El cambio climático global y las políticas de desarrollo sostenible mantienen una relación compleja con la gestión del agua: mientras que los esfuerzos para promover la energía limpia, el acceso universal, y la adaptación efectiva suponen que bien administrados los recursos de agua disponibles son suficientes (y de hecho puede ser el motor de desarrollo y la financiación adicionales), ni la CMNUCC ni los ODS abordan la brecha en conocimiento efectivo sobre un diseño y gestión

robustos de los recursos hídricos a largo plazo (Lexen *et al.* 2013, Lexen *et al.* 2015). La carga para el desarrollo de enfoques operativos coherentes y eficaces para la aplicación de la gestión sostenible del agua recae en los tomadores de decisiones técnicas y la síntesis gradual de nuevos conocimientos y experiencias. Transformar esta iniciativa desde una fase de proyecto piloto a la integración institucional ha sido un proceso en evolución activa. En última instancia, sin embargo, las autorida-

des nacionales y globales tendrán que apoyar y permitir que estos métodos emergentes se conviertan en normas, integrados dentro de los marcos regulatorios sectoriales.

**John H. Matthews**

Alianza para la Adaptación Global del Agua (AGWA)\*

**Guillermo Mendoza**

Cuerpo de Ingenieros del Ejército  
Ad Jeuken, Deltares

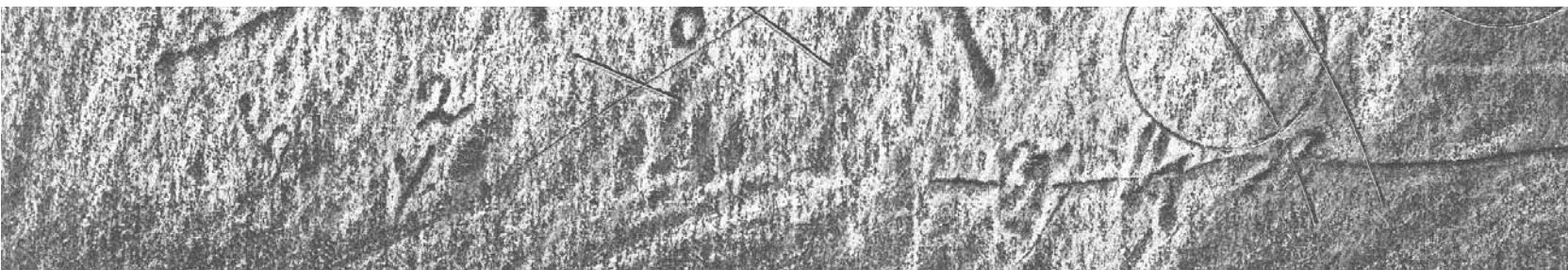


## Notas

- [1]. Por ejemplo, ver <https://www.deltares.nl/en/projects/climate-change-risk-assessments-and-adaptation-for-roads-the-roadapt-project/>.
  - [2]. Para más información, ver <http://alliance4water.org/technical/index.html>.
- \*. Autor correspondiente: [johoma@alliance4water.org](mailto:johoma@alliance4water.org).

## Referencias bibliográficas

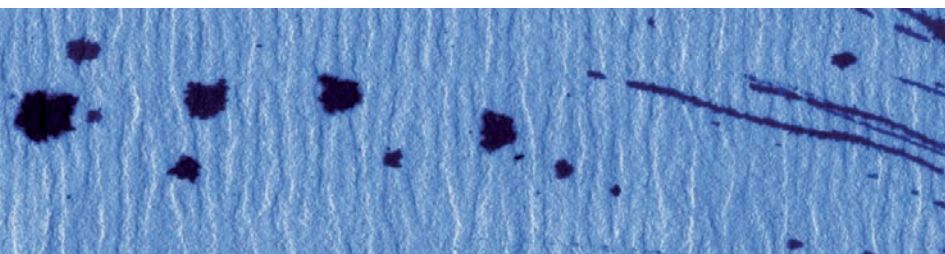
- Brown, C. (2010). *The end of reliability*. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 136 (2), 143–145.
- Brown, C., Werick, W., Leger, W., & Fay, D. (2011). A Decision-Analytic Approach to Managing Climate Risks: Application to the Upper Great Lakes. *Journal of the American Water Resources Association*, 47 (3), 524–534. <http://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2011.00552.x>
- Brown, C., Ghile, Y., Laverty, M., & Li, K. (2012). Decision scaling: Linking bottom-up vulnerability analysis with climate projections in the water sector. *Water Resources Research*, 48 (9), n/a–n/a. <http://doi.org/10.1029/2011WR011212>
- Brown, C., & Wilby, R. (2012). An Alternate Approach to Assessing Climate Risks. *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, 93 (41), 401–402. <http://doi.org/10.1038/nclimate1454>
- Dominique, K. (2013). *Water and Climate Change Adaptation: Policies to Navigate Uncharted Waters* (No. WPBWE(2013)2/REV1) (p. 121). Paris, France: OECD Publishing.
- García, L. E., Matthews, J., Rodriguez, D. J., Wijnen, M., DiFrancesco, K. N., & Ray, P. (2014). Beyond Downscaling: A Bottom-Up Approach to Climate Adaptation for Water Resources Management. Washington, DC: World Bank.
- Haasnoot, M., Middelkoop, H., Offermans, A., van Beek, E. & Van Deursen, W.P.A. 2012 Exploring pathways for sustainable water management in river deltas in a changing environment. *Climatic Change* December 2012, Volume 115, Issue 3-4, pp 795-819. doi: 10.1007/s10584-012-0444-2.
- Hallegatte, S. (2009). Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global Environmental Change*, 19 (2), 240–247.
- Hallegatte, S., Shah, A., Lempert, R., Brown, C., & Gill, S. (2012). Investment Decision Making Under Deep Uncertainty: Application to Climate Change. Washington, DC: World Bank.
- Heltberg, Rasmus, Paul Bennett Siegel, and Steen Lau Jorgensen. "Addressing human vulnerability to climate change: toward a «no-regrets» approach." *Global Environmental Change* 19.1 (2009): 89-99.
- International Joint Commission (2012). Lake Superior Regulation: Addressing Uncertainty in Upper Great Lakes Water Levels: Final Report to the International Joint Commission.
- Kundzewicz, Z. W., & Stakhiv, E. Z. (2010). Are climate models "ready for prime time" in water resources management applications, or is more research needed? *Hydrological Sciences Journal*, 55 (7), 1085–1089. <http://doi.org/10.1080/02626667.2010.513211>
- Kwadijk, J.C.J., Haasnoot, M., Mulder, J.P.M., Hoogvliet, M.M.C., Jeuken, A.B.M., van der Krogt, R.A.A., van Oostrom, N.G.C., Schelfhout, H.A., van Velzen, E.H., van Waveren, H. & de Wit, M.J.M. 2010 Using adaptation tipping points to prepare for climate change and sea level rise: A case study in the Netherlands. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 1, 729-740.10.1002/wcc.64.
- Lexén, K., Dominique, K., Matthews, J., Widforss, S., Koeppl, S., & Skyllerstedt, S. (2015). Integrating water in future climate architecture. In A. Jägerskog, T. J. Clausen, T. Holmgren, & K. Lexén (Eds.), *Water for Development* (35 ed., pp. 54–58). Stockholm, Sweden. Retrieved from <http://www.siw.org/wp-content/uploads/2015/08/2015-WWW-report-digital.pdf>
- Lexén, K., Matthews, J.H., Eriksson, M. (2013). Reducing Greenhouse Gases While Building Resilience—Cooperation towards Climate Mitigation and Adaptation Coherence. *Cooperation for a Water Wise World*, 51.
- Poff, N. L., Brown, C. M., Grantham, T. E., Matthews, J. H., PALMER, M. A., Spence, C. M., et al. (2015). Sustainable water management under future uncertainty with eco-engineering decision scaling. *Nature Climate Change*, 1–10. <http://doi.org/10.1038/nclimate2765>
- Li, K., & Xu, Z. (2006). Overview of Dujiangyan Irrigation Scheme of ancient China with current theory. *Irrigation and Drainage*, 55 (3), 291–298. <http://doi.org/10.1002/ird.234>
- Lins, H., & Cohn, T. (2011). Stationarity: Wanted Dead or Alive? *Journal of the American Water Resources Association*, 47 (3), 475–480.
- Milly, P., Betancourt, J., Falkenmak, M., Hirsch, R., Kundzewicz, Z., Lettenmaier, D., & Stouffer, R. (2008). Stationarity Is Dead: Whither Water Management? *Science*, 319, 573–574. <http://doi.org/10.1126/science.1151915>
- Ray, P. A., & Brown, C. M. (2015). Confronting Climate Uncertainty in Water Resources Planning and Project Design: The Decision Tree Framework. Washington, DC: The World Bank. <http://doi.org/10.1596/978-1-4648-0477-9>
- Sadoff, C., & Muller, M. (2009). *Water Management, Water Security and Climate Change Adaptation: Early Impacts and Essential Responses*. Stockholm, Sweden: Global Water Partnership.
- Schröter, M., Zanden, E. H., Oudenhoven, A. P., Remme, R. P., Serna-Chavez, H. M., Groot, R. S., & Opdam, P. (2014). Ecosystem services as a contested concept: a synthesis of critique and counter-arguments. *Conservation Letters*, 7 (6), 514–523.
- Seppelt, R., Dormann, C. F., Eppink, F. V., Lautenbach, S., & Schmidt, S. (2011). A quantitative review of ecosystem service studies: approaches, shortcomings and the road ahead. *Journal of applied Ecology*, 48 (3), 630–636.
- Stakhiv, E. Z. (2011). Pragmatic Approaches for Water Management Under Climate Change Uncertainty. *Journal of the American Water Resources Association*, 47 (6), 1183–1196. <http://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2011.00589.x>
- USACE 2000, Planning guidance notebook. ER 1105-2-100. 22 April 2000. Department of the army U. S. Army Corps of Engineers, Washington, D.C. 20314-1000.
- Walker, W., Haasnoot, M., & Kwakkel, J. (2013). Adapt or Perish: A Review of Planning Approaches for Adaptation under Deep Uncertainty. *Sustainability*, 5 (3), 955–979. <http://doi.org/10.3390/su5030955>
- Weaver, C. P., Lempert, R. J., Brown, C., Hall, J. A., Revell, D., & Sarewitz, D. (2012). Improving the contribution of climate model information to decision making: the value and demands of robust decision frameworks. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 4 (1), 39–60. <http://doi.org/10.1002/wcc.202>
- Wilby, R.L., & Dessai, S. (2010). Robust adaptation to climate change. *Weather*, 65 (7), 180–185.
- Wilby, R. L. (2011). Adaptation: Wells of wisdom. *Nature Climate Change*, 1 (6), 302–303. <http://doi.org/10.1038/nclimate1203>
- Wilby, R. L., Troni, J., Biot, Y., Tedd, L., Hewitson, B. C., Smith, D. M., & Sutton, R. T. (2009). A review of climate risk information for adaptation and development planning. *International Journal of Climatology*, 29 (9), 1193–1215. <http://doi.org/10.1002/joc.1839>
- Wilby, R. L., & Vaughan, K. (2010). Hallmarks of organisations that are adapting to climate change. *Water and Environment Journal*, 271–281. <http://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2010.00220.x>



# ACCIÓN RESPONSABLE:

## LA EMPRESA Y LOS DERECHOS HUMANOS AL AGUA Y SANEAMIENTO

Mai-Lan Ha



**DESCRIPTORES:**  
EMPRESA  
GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS  
LA ADMINISTRACIÓN DEL AGUA CORPORATIVA  
DERECHOS HUMANOS AL AGUA Y AL SANEAMIENTO  
OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

### LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE – ASEGURAR LA DISPONIBILIDAD Y GESTIÓN SOSTENIBLES DEL AGUA Y EL SANEAMIENTO PARA TODOS

**E**n su próxima reunión de la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre, la comunidad mundial adoptará un nuevo conjunto de objetivos internacionales de desarrollo, los ya conocidos como Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que guiarán la implementación de las prioridades de desarrollo para los próximos quince años. Con 17 objetivos y 169 metas, los próximos Objetivos de Desarrollo Sostenible serán más complejos que los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) a los que reemplazan. Aunque los ODM proponían un punto de partida para la acción, fueron reconocidos en general como incompletos. Los ODS se esfuerzan por proporcionar un marco más coherente para la acción que tenga en cuenta tanto la complejidad como las interrelaciones inherentes al desarrollo sostenible.

Tan cruciales para el logro de los ODS como los objetivos relacionados con la erradicación del hambre, la reducción de la mortalidad infantil, y garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, será la gestión sostenible de los recursos hídricos asegurando el acceso al agua y su saneamiento para todos. El ODS número 6, objetivo central al agua abarca la naturaleza imbricada del agua al incluir: el aumento del acceso a la misma, su saneamiento e higiene, así como abordar las cuestiones de estrés hídrico, calidad del agua y la gestión integrada del agua y los ecosistemas. También se reconoce que para el cumplimiento del ODS del agua, y cualquier otro objetivo de desarrollo sostenible, será necesario que todos los actores sociales actúen para comprometer recursos, habilidades y experiencias.

Las empresas tendrán un papel que desempeñar, dada su dependencia y el impacto que éstas generan sobre los recursos hídricos. Muchas compañías desempeñan esa labor mediante el desarrollo de prácticas hídricas sostenibles. Estas prácticas pueden fortalecerse aún más mediante la integración de los derechos humanos al agua y al saneamiento dentro de la responsabilidad social corporativa.



## CASOS DE EMPRESA PARA LA ACCIÓN

Dondequiera que miremos, las empresas de hoy están de un modo u otro vinculadas con el agua, ya sea a través de sus operaciones directas, en sus cadenas de suministro, o en su papel de proveedores de servicios de agua.

- *El agua es un recurso insustituible:* El agua en sí misma, o los servicios que presta u ofrece, es un insumo indispensable para la mayoría de las empresas. Gestionar para garantizar un acceso adecuado en las cantidades necesarias, con la calidad requerida, y en el momento y lugar adecuados son esenciales para la existencia misma de casi todas las empresas. Este hecho se ha convertido en cada vez más importante según aumenta la presión sobre las masas finitas de agua disponible.
- *El agua en la cadena de valor:* El agua desempeña un papel similar en toda la cadena de valor de la producción industrial y la actividad comerciales, así como en sus múltiples interacciones con las comunidades y grupos de interés a todos los niveles. Las empresas tienen el interés y la responsabilidad de entender estas relaciones complejas y poder realizar su actividad en consecuencia.

Dada la importancia del agua, estos ejemplos para la acción empresarial se basan generalmente en una serie de factores:

- Garantizar las licencias legales y la aceptación social para la operación de una empresa en una localización específica;
- Prevenir o reaccionar ante las crisis operativas derivadas de una inadecuada disponibilidad, suministro, o calidad de los insumos de agua o hídrico-dependientes en un lugar específico;

- Obtener ventaja competitiva mediante la percepción de la empresa por las partes interesadas como una empresa que utiliza los recursos naturales de manera responsable y que busca generar un impacto mínimo en las comunidades y ecosistemas a los que afecta;
- Asegurar a sus inversores y a los mercados la rentabilidad de las operaciones del negocio, asegurando la disponibilidad de agua para sus operaciones y reducir los costos relacionados con el agua;
- Defender unos valores corporativos basados en un desarrollo sostenible y equitativo, contribuyendo al bienestar de las cuencas, ecosistemas y las comunidades en las que opera la compañía.

Las empresas realizan una función clave para garantizar políticas de desarrollo sostenible, las cuales se implementan debido al papel crítico y activo que desempeñan en la transformación de recursos en productos y servicios requeridos por la sociedad. Este caso se refuerza aún más con la comprensión de que la contribución

específica del negocio al desarrollo sostenible también juega un papel clave en la viabilidad a largo plazo del negocio y su éxito. Estas actuaciones se aglutinan en las siguientes áreas:

- *Garantizar una buena gobernanza del agua:* Las empresas dependientes del agua para su actividad son conscientes de que la consecución de los objetivos de desarrollo requiere abordar aspectos de la sostenibilidad del agua en su dimensión más amplia incluyendo: mejorar los sistemas de gobernanza del agua y abordar la seguridad de acceso y la calidad del agua; todos ellos temas de importancia necesarios para hacer frente a los riesgos empresariales relacionados con el agua.
- *Personal más saludable:* Toda actividad empresarial que asegure un acceso al suministro de agua y saneamiento adecuados en el lugar de trabajo ofrece la oportunidad a las empresas para asegurar una atención suficiente a sus empleados. Una mejor salud de los empleados contribuye a la productividad



global de la empresa a largo plazo a través de un menor número de bajas por enfermedad, y la ausencia de costos asociados a la necesidad de reemplazar o capacitar a los nuevos empleados.[1]

- *Comunidades más dinámicas:* Más allá de sus empleados, las empresas deben darse cuenta también de que las comunidades sanas tienen un impacto positivo en sus negocios. Las empresas se están involucrando cada vez más en actividades que se centran no sólo en sus empleados, sino en las familias de

sus empleados y las comunidades en general. Las familias saludables garantizan un alto nivel de productividad en su lugar de trabajo, mientras que las comunidades activas sirven para reforzar no sólo la aceptación social de una empresa para operar, sino también una base de clientes saludable.

- *Triple Línea de Fondo:* La empresa son conscientes de que la acción empresarial alineada con la consecución de objetivos de desarrollo sostenible, ofrece a su vez oportunidades para crear

nuevos productos e innovaciones en sus mercados.

Estos elementos ponen de manifiesto que garantizar las necesidades de agua adecuadas y suficiente para sus empleados, comunidades y la sociedad en general son necesarias para la prosperidad a largo plazo de las empresas. La inacción, por otro lado, es insostenible, al conducir a un mayor potencial de conflicto sobre los recursos hídricos, una disminución de la aceptación social para operar, y el aumento de los riesgos reputacionales.

## LOS DERECHOS HUMANOS DE AGUA Y SANEAMIENTO Y LA RESPONSABILIDAD EMPRESARIAL

Apuntalar el logro del ODS 6 sobre agua y saneamiento es un reconocimiento de la importancia de los derechos humanos de acceso al agua y al saneamiento. En 2010, la Asamblea General de la ONU reconoció oficialmente el derecho humano al agua y al saneamiento como derecho humano fundamental. Con este reconocimiento, los gobiernos de todo el mundo tienen ahora la tarea de cumplir con sus obligaciones. Hoy en día, más de 80 países han reconocido de manera explícita o implícita el derecho al

agua y el saneamiento para sus ciudadanos a través de enmiendas constitucionales y legislación nacional, o implícitamente a través de la interpretación de disposiciones como las relacionadas con el derecho a la vida, el derecho a la salud, o la derecho a un medio ambiente seguro. (CEO Water Mandate y Shift, 2012) Además, estos gobiernos están aprobando nuevas legislaciones que tendrán un impacto directo en las empresas, tales como aquellas que priorizan el uso del agua para el consumo humano, la

**“El futuro de la agenda de desarrollo debe tender al disfrute universal de los derechos humanos al agua y al saneamiento por cada uno de los seres humanos.”**

El ex Relator Especial sobre el Derecho Humano al Agua Potable y Saneamiento. Catarina de Albuquerque.

tutela pública de los recursos hídricos, una mayor protección de ellos, y el aumento de la participación pública y el acceso a la información en la gestión de los mismos. (CEO Water Mandate y Shift, 2012)

Paralelamente, en 2011, la Asamblea General de la ONU y el Consejo

Cuadro 1	
El derecho al agua y el saneamiento abarca cinco áreas principales:	
Dimensión	Definición
Disponibilidad	Las instalaciones de agua y saneamiento deben estar presentes a fin de satisfacer las necesidades básicas de las personas. Esto significa un suministro de agua continuo y suficiente para los usos personales y domésticos, que incluyen el consumo y preparación de alimentos, higiene personal, lavado de ropa, limpieza, y otros aspectos de la higiene doméstica, así como las instalaciones y servicios necesarios para la disposición salubre de excretas humanas (es decir, orina y heces).
Accesibilidad	Las instalaciones de agua y saneamiento deben estar ubicadas o construidas de tal manera que sean accesibles a todos, en todo momento, incluyendo a las personas con necesidades particulares (tales como mujeres, niños, personas mayores o personas con discapacidad). La accesibilidad es particularmente importante en lo que respecta al saneamiento, ya que el difícil acceso a las instalaciones hacen menos común su uso y puede aumentar los riesgos de seguridad para algunos de sus usuarios, en especial mujeres y niñas.
Calidad y seguridad	El agua debe ser de una calidad para que sea apta para el consumo humano (es decir, para la preparación de bebida y comida) y para las higienes personal y doméstica. Esto significa que deberá estar exenta de microorganismos, sustancias químicas y radiactivas que puedan constituir una amenaza para la salud de una persona durante su consumo a lo largo de la vida. Las instalaciones de saneamiento deberán ser seguras de usar y deben evitar el contacto entre las personas y sus excrementos.
Aceptabilidad	Las instalaciones de agua y saneamiento deben cumplir con las normas sociales y culturales desde la perspectiva del usuario, por ejemplo, en relación con el olor o color del agua potable, o la intimidad de las instalaciones de saneamiento. En la mayoría de las culturas, se requerirán los servicios de saneamiento específicos para cada género en los espacios públicos e instituciones.
Asequibilidad	El gasto individual y familiar en los servicios de agua y saneamiento, así como los de higiene asociados, deben ser asequibles para las personas sin obligarlos a recurrir a otras alternativas inseguras y/o limitar su capacidad para adquirir otros bienes y servicios (como alimentación, vivienda o educación) garantizados por otros derechos humanos.

Fuente: CEO Water Mandate y Shift: <http://ceowatermandate.org/humanrights/understanding-impacts/hrws/>

de Derechos Humanos de la ONU adoptó los Principios Rectores de la ONU para Empresas y Derechos Humanos para la aplicación de la iniciativa marco de la ONU “Proteger, Respetar y Remediar” convirtiéndose en el marco de referencia para la responsabilidad empresarial respecto a los derechos humanos, incluyendo los derechos al agua y saneamiento. Esta iniciativa establece las responsabilidades básicas de los estados y las empresas apoyándose sobre tres pilares:

- 1) El deber del Estado de proteger contra los abusos de derechos humanos por parte de terceros, incluidas las empresas, a través de políticas, regulaciones y asignaciones adecuadas;
- 2) La responsabilidad de las empresas de respetar los derechos

humanos, lo que significa evitar infringir los derechos de los demás y para hacer frente a los efectos adversos que la actividad empresarial podría generar;

- 3) La necesidad de un mayor acceso de los afectados a un resarcimiento efectivo, tanto por vía judicial como extra-judicial.[2]

Los Principios Rectores buscan ayudar a implementar esta iniciativa, permitiendo a las empresas desarrollar políticas y prácticas para demostrar su respeto a los derechos humanos. Éstos incluyen:

1. El desarrollo y la articulación de una política de derechos humanos
2. La evaluación de los impactos reales y potenciales de la actividad de la empresa

3. La integración de los resultados de dichas evaluaciones en la toma de decisiones de la empresa y la adopción de medidas para hacer frente a los mismos
4. Seguimiento de la eficacia con que la empresa está gestionando hacer frente a dichos impactos
5. La comunicación con las partes interesadas acerca de la forma en que aborda dichos impactos
6. Ayudar a remediar los impactos negativos que causa o a los que contribuye[3]

En conjunto, el reconocimiento del agua y el saneamiento como derechos humanos y la adopción de los Principios Rectores de la ONU establecen las expectativas mínimas para las empresas en los temas de agua y saneamiento.

## LA INICIATIVA DE CONCIENCIACIÓN HÍDRICA CORPORATIVA Y EL RESPETO DE LA EMPRESA POR LOS DERECHOS HUMANOS AL AGUA Y SANEAMIENTO

Las secciones anteriores presentaron ejemplos para la acción en temas hídricos, así como las crecientes expectativas mundiales en torno a los derechos humanos al agua y al saneamiento. En respuesta, un número de empresas han adoptado una diversidad de medidas para hacer frente a los riesgos hídricos y sus impactos en relación con los derechos humanos. Muchos han hecho a través de la implementación de buenas prácticas de Concienciación Hídrica Corporativa. La Concienciación Hídrica Corporativa (CHC) implica el progreso de una empresa en la comprensión de los riesgos ambientales y sociales relativos al agua, a la mejora de la gestión del agua en sus operaciones y cadenas de suministro, al trabajo conjunto con otros usuarios y gestores del agua para mejorar la gobernanza de los recursos hídricos compartidos. Las empresas que se comprometen

con esta iniciativa entienden ampliamente que existen dos conjuntos de riesgos que requieren atención: riesgos relacionados con la empresa que requieren la acción individual de cada empresa, y los riesgos relacionados con las cuencas fluviales que requieren una acción colectiva con otros grupos de interés. Una premisa fundamental de la CHC es que las empresas pueden adoptar medidas positivas para mitigar los impactos adversos sobre las comunidades y los ecosistemas, y con ello gestionar los riesgos de negocio relacionados con el agua, incluyendo los riesgos físicos, reputacionales y regulatorios.[4]

En general, las empresas pueden gestionar y ejecutar sus prácticas y políticas de concienciación hídrica a través de la creación de un ciclo de gestión del agua corporativa que puede variar de una empresa a otra. Un proceso típico, que ha sido adaptado a partir

del modelo corporativo para la gestión hídrica del Pacto Global de la ONU que se describe a continuación[5]:

1. *Compromiso* – Comprometerse a impulsar la gestión sostenible del agua.
2. *Toma de datos* – Recopilar datos sobre los indicadores internos de operación relacionados con el agua y el estado de las cuencas en las que opera la compañía.
3. *Evaluar* – Utilizar los datos recogidos durante la toma de datos para identificar los riesgos y oportunidades de negocio relacionadas con el agua y su potencial impacto negativo.
4. *Definir* – Definir y redefinir la política corporativa de agua, las estrategias y los objetivos de rendimiento que impulsen mejoras de rendimiento y aborden los riesgos e impactos negativos.



5. *Implementar* – Implementar estrategias y políticas hídricas en toda la empresa y en toda la cadena de valor de la compañía.
6. *Monitorizar* – Monitorizar el progreso y los cambios en las condiciones de funcionamiento y de cuenca.
7. *Comunicar* – Comunicar los avances y estrategias y colaborando con las partes interesadas para la mejora continua a través de la divulgación de las políticas corporativas sobre el agua.[6]

Los derechos humanos al agua y el saneamiento tienen implicaciones para todas las prácticas de concienciación hídrica en todas las empresas. Mediante la aplicación de un foco sobre la concienciación hídrica, se desarrolla una nueva dimensión social del agua. Ésta se centra la atención de las empresas en la comprensión de los impactos que la actividad de la empresa, en su operación y cadenas de suministro, pueda tener sobre los derechos humanos del individuo al agua y saneamiento y obliga a las empresas a tomar medidas para mitigar o compensar dichos impactos. De hecho, los elementos de diligencia debida de los Principios Rectores de la ONU señalados anteriormente se alinean bien con las políticas de gestión del agua de las empresas, como se muestra en el Cuadro 2.

Las empresas que buscan respetar los derechos humanos al agua y al saneamiento a menudo tendrán que basarse en el trabajo y las competencias que ya están presentes en sus equipos sobre agua y derechos humanos, ya que se requiere de la experiencia de ambos. A nivel muy práctico esto puede significar la integración de los derechos de acceso al agua y otros derechos humanos en las políticas, sistemas y/o estructuras existentes. Por ejemplo, las empresas pueden tener una política hídrica independiente de su política de derechos humanos. Cuando desean mostrar un compromiso público con

Cuadro 2		
Relación entre los principios Rectores de la ONU y los elementos de las Políticas Corporativas sobre Agua		
Elemento de los Principios Rectores de la ONU		Elementos de Políticas Corporativas sobre Agua
Compromiso con la Política e Infundir Respeto por la misma	Asimilable a	Compromiso; Definir
Evaluación de Impactos	Asimilable a	Toma de datos; Evaluar
Integración y Toma de Decisiones	Asimilable a	Implementar
Seguimiento del Desempeño	Asimilable a	Monitorizar
Comunicación del Desempeño	Asimilable a	Comunicar
Remediación	No existe correlación directa, pero	Elementos de Implementar son relevantes

Fuente: CEO Water Mandate y Shift, *Guía Corporativa para el Respeto a los Derechos Humanos al Agua y al Saneamiento*, 2015.

Cuadro 3	
Elementos de la Concienciación Hídrica Corporativa	
Elementos clave	Descripción de las actividades
Abordar cuestiones operativas	Cambios técnicos y de gestión que mejoran la eficiencia en el consumo de agua, tratamiento de aguas residuales, y el acceso de los empleados al agua, saneamiento e higiene (WASH).
Análisis de la cuenca, el contexto y sus impactos	Conocimiento de cómo la empresa interactúa con sus cuenca(s) aledaña(s), incluyendo su naturaleza y el alcance de su estrés hídrico, regulación, e impacto de la compañía sobre los ecosistemas y las comunidades, incluyendo cualquier impacto potencial sobre los derechos humanos al agua y el saneamiento (HRWS).
Desarrollo de una estrategia sobre el agua y el desarrollo de una sensibilización interna	Desarrollo de objetivos, estrategias y políticas que integren los riesgos e impactos hídricos en los procesos empresariales fundamentales y su toma de decisiones. Toma de conciencia de los impactos y la sensibilización hídrica de la compañía en todo el negocio, desde el equipo ejecutivo y de liderazgo, a los gestores de instalaciones y proveedores.
Implementación de mejoras en la cadena de valor	La gestión de los riesgos hídricos y sus impactos en toda la cadena de valor desde las materias primas a los consumidores, incluyendo el consumo de agua, su calidad, el acceso a los servicios de Abastecimiento, Saneamiento e Higiene –WASH– en la cadena de suministro, y otros impactos sociales y ambientales ajenos a la actividad directa de la compañía.
Avanzar en la sostenibilidad hídrica a través de la acción colectiva	Iniciar acciones que aborden los riesgos relacionados con las cuencas, o impactos colectivos identificados, que requieren de la colaboración activa con los demás para mejorar las condiciones locales y reducir el estrés hídrico en la cuenca.
Avanzar en la sostenibilidad hídrica a través del compromiso en políticas públicas	Compromiso responsable por el sector privado que mejora la capacidad del sector público y avanza en favor de una mejor gobernanza del agua.
Comunicar con los grupos de interés externos	Comunicación continua y transparente de información, divulgación y diálogo con las diversas partes interesadas sobre la estrategia de concienciación hídrica de la compañía, sus políticas, actividades, condiciones iniciales, y el progreso en la consecución de objetivos.

los derechos al agua y al saneamiento, deberán integrar sus políticas hídricas y de saneamiento en su política de derechos humanos o viceversa.[7] La clave aquí sin embargo es asegurar que se conserve la perspectiva de respeto a los derechos humanos.

En muchos casos, las empresas que cumplan con su responsabilidad de respetar el derecho humano al agua y al saneamiento es probable que deban llevar a cabo una serie de actividades que también se incluyan en las políticas de concienciación hídrica actuales, descritas en el Cuadro 3. Es fundamental para cualquier acción relacionada con ese respeto, un énfasis en asegurar una participación adecuada y permanente con otras partes interesadas con el fin de desarrollar políticas, identificar los impactos y responder a los mismos.

Unos pocos ejemplos se incluyen a continuación.

- *Evaluar y responder a los impactos sobre los derechos humanos:* Las empresas que ya están tomando medidas para comprender el contexto de sus cuencas, así como sus efectos en los ecosistemas tienen un punto de partida desde donde poder evaluar sus impactos sobre las comunidades. En muchos casos, los impactos sobre el derecho humano al agua y al saneamiento dependerán de una variedad de acciones entre las que se incluye el consumo de agua de las empresas (o sus proveedores), y cómo esto afecta a los ecosistemas locales, y por extensión, a las comunidades. Para cumplir con sus responsabilidades, las empresas podrán realizar más evaluaciones independientes sobre los derechos humanos o utilizar procesos de evaluación y análisis del riesgo hídrico modificados o revisados que integren los derechos humanos al agua y saneamiento. Una vez que las empresas comprendan sus impactos, la forma en que es-



tán involucradas, y prioricen los impactos más acuciantes sobre los derechos humanos, podrán entonces tomar una serie de acciones. A menudo, estas acciones están directamente relacionadas con el rendimiento operativo (limitando el consumo de agua, el aumento de la eficiencia, la implementación de la mejora de los procesos de tratamiento de aguas residuales) o el trabajo conjunto para la mejora del rendimiento hídrico a través de la acción colectiva o participando en las cadenas de suministro.

- *Afrontar los impactos acumulativos:* En muchos casos, los impactos sobre los derechos al agua y el saneamiento son a menudo acumulativos, como resultado de las acciones de los diversos actores que operan en una cuenca. En conjunto, el consumo de agua de estos actores puede conducir a un uso insostenible de los recursos locales de agua o afectar la calidad del agua de tal modo que afecte negativamente a los derechos de agua y saneamiento de las comunidades locales. Con el fin tanto de identificar los impactos como de tomar

las medidas adecuadas, las empresas tendrán que trabajar con otras partes interesadas de la cuenca. El acento en la acción colectiva de la concienciación hídrica permite exactamente este tipo de análisis y acción a través de un seguimiento conjunto de proyectos locales que amplifiquen los recursos del sector privado o el compromiso con los responsables políticos.

- *Implementación de mejoras en la cadena de valor:* En muchos casos, los mayores riesgos hídricos de una empresa no se encuentran en su actividad directa, sino más bien en sus cadenas de suministro. Del mismo modo, a menudo es el caso que los mayores impactos sobre los derechos al agua y al saneamiento se encuentran en las cadenas de suministro de la compañía. Las empresas que reconocen tanto sus riesgos hídricos crecientes y sus impactos y trabajan para lograr una eficiencia hídrica en sus cadenas de suministro son capaces de cumplir con sus responsabilidades, tanto en lo que respecta a los derechos humanos como para hacer frente a sus riesgos hídricos a largo plazo.

**Ejemplo:**  
**Acción de la empresa para identificar y responder a los impactos de los Derechos Humanos**

Una empresa en la industria de alimentos y bebidas realiza periódicamente evaluaciones de impacto sobre los derechos humanos en países de alto riesgo y ha comenzado a incorporar los impactos sobre los Derechos Humanos al Agua y el Saneamiento (DHAS) en sus evaluaciones. En un país donde cuenta con una planta, la evaluación de la empresa destacó la preocupación de los miembros de la comunidad local que estaban experimentando un menor acceso al agua potable y los problemas de salud asociados. Las partes interesadas locales expresaron la opinión de que las prácticas de riego de los agricultores locales (responsables del 96% del uso del agua en el país) y las actividades de las diversas empresas ubicadas en el área de la cuenca eran responsables del uso de la mayoría de las aguas subterráneas disponibles. Esta información permitió a la compañía evaluar la naturaleza de su propia participación en los impactos negativos a los DHAS en las comunidades locales. Después de la evaluación del impacto en los derechos humanos, se completó una evaluación independiente de los recursos hídricos realizada por terceros, que llegaron a la conclusión de que las operaciones de la empresa no estaban causando o contribuyendo al agotamiento del agua en la región y que el enfoque de concienciación hídrica de la empresa y el tratamiento de aguas residuales, en particular, era eficaz. Pero la evaluación también sugería que los impactos negativos sobre los DHAS estaban, sin embargo, directamente relacionadas con las operaciones de la compañía a través de sus proveedores, ya que algunos de los agricultores locales suministraban leche a la compañía. En respuesta a esto, la empresa se comprometió a reforzar su compromiso con los agricultores locales para un uso más eficaz del agua para el riego y la administración responsable del agua, con lo que usó de su influencia para tratar de mitigar el riesgo de los efectos negativos continuados.

Para ayudar a mitigar el riesgo de que las actividades propias de la empresa podrían contribuir en el futuro negativamente a los DHAS, la compañía también dio algunos pasos adicionales. La compañía se comprometió a la celebración de consultas periódicas con las ONG locales, expertos en agua, grupos ambientales y otras empresas ubicadas en la zona sobre los problemas de acceso al agua para ayudar a evaluar si los enfoques locales resultaban eficaces en el tiempo. La compañía firmó un memorando de entendimiento con una importante ONG medioambiental con el fin de mejorar el uso del agua dentro de las operaciones de la compañía, incluyendo su cadena de suministro, y para seguir aplicando el estándar de la Alianza para la Concienciación Hídrica en la región y, en última instancia, en todo el país.

Fuente: CEO Water Mandate y Shift: *Guía Corporativa para el respeto a los derechos humanos al agua y saneamiento.*

## APOYO A LOS DERECHOS HUMANOS AL AGUA Y EL SANEAMIENTO

Para algunas empresas, sobre todo aquellas suscriptoras del Pacto Global de la ONU, existe una expectativa adicional de que las empresas deberían podrían ir más allá del respeto a dichos derechos y apoyar activamente la realización efectiva de los derechos al agua y al saneamiento. El apoyo a

los derechos al agua y al saneamiento puede tomar un número diferentes de formas, siendo entre ellos:

- 1) La mejora de los servicios básicos a través de la innovación de los servicios prestados.
- 2) La inversión social o la filantropía.

- 3) La acción colectiva y el compromiso con las políticas públicas.
- 4) Alianzas.

En muchos casos, las empresas que toman medidas para respetar los derechos humanos al agua y el saneamiento (DHAS) se han posicionado para poder apoyar eficazmente esos derechos. Algunos de los principales obstáculos para una mayor participación del sector privado en las actividades que apoyen el acceso al agua, el saneamiento y la higiene son la preocupación respecto de la sostenibilidad a largo plazo de este tipo de proyectos, así como la falta de claridad en la delimitación del rol del gobierno frente a los roles de las empresas. A menudo, estos proyectos requieren de una serie de competencias que van más allá del conocimiento de la propia empresa. El fuerte enfoque de respeto en acometer la colaboración efectiva con otras partes interesadas permite a las empresas determinar qué tipo de apoyo sería el más adecuado a las circunstancias locales, aumentando la probabilidad de su sostenibilidad a largo plazo. Además, las nuevas direc-



trices relacionadas con la gestión de la totalidad de iniciativas de concienciación hídrica multi-parte abarcaría alianzas, inversiones sociales, y una acción colectiva de apoyo al derecho, así como ofrecer orientación sobre cómo llevar a cabo los proyectos de una manera que satisfaga las necesidades locales y respete el papel de los gobiernos.[8]

Otras empresas están adoptando un enfoque diferente, mediante la utilización de su actividad empresarial para contribuir directamente a apoyar el derecho humano al agua y el saneamiento y el logro de los objetivos WASH. Por ejemplo, el

<b>Ejemplo: El respeto como elemento de apoyo</b>
Una empresa que está revisando cómo fortalecer un mejor acceso a WASH en sus propias instalaciones pueden aprender de sus trabajadores que existe una mala percepción del saneamiento en la comunidad local que puede obstaculizar los esfuerzos de la compañía dentro de sus fábricas. Mediante la comunicación establecida con sus trabajadores y otras personas conoce que el gobierno está desarrollando programas para aumentar la sensibilización sobre WASH en la comunidad local. A continuación, puede decidir invertir en estas iniciativas tanto para garantizar que cumple con sus responsabilidades dentro de sus fábricas, sino también para contribuir a la consecución de una mayor expansión del derecho al saneamiento en la comunidad local.
Fuente: CEO Water Mandate y Shift, <i>Guía para Empresas de Respetar los Derechos Humanos de Agua y Saneamiento</i> .

enfoque de Unilever en proponer el cambio de comportamiento de los consumidores y la promoción de un mayor acceso a WASH a través de sus productos como Lifebuoy y Domestos tienen por objeto no sólo mejorar el acceso de las comu-

nidades locales al saneamiento y la higiene, pero también se centran en el cambio de comportamiento de los consumidores al relacionarse con las metas WASH para ayudar a asegurar la sostenibilidad a largo plazo de este tipo de intervenciones.

## EL CAMINO A SEGUIR

El logro de los ODS relativos al agua requerirán una variedad de esfuerzos por parte de todos los actores. El sector privado tiene un papel único en el desempeño de su consecución. Central a estos esfuerzos será necesario una armonización de las prácticas de concienciación hídrica de las empresas con los derechos de acceso

al agua y al saneamiento. Ya existe una serie de empresas líderes que han tomado medidas para hacer exactamente esto, pero dada la magnitud del desafío, muchas más deberán asumir ese compromiso. Al jugar su papel, las empresas no sólo aseguran su propia viabilidad a largo plazo sino pueden jugar un papel importante

en garantizar la sostenibilidad de este recurso básico para la vida.

### Mai-Lan Ha

Master en Asuntos Internacionales  
Licenciada en Historia  
Investigadora Asociada Senior  
del Programa de Sostenibilidad Corporativa del  
Instituto del Pacífico y Asesora,  
CEO Water Mandate

### Notas

- [1] Para más información sobre el ejemplo sobre saneamiento, en particular, por favor consulte: <http://www.ceowatermandate.org/sanitation>
- [2] Ver: <http://198.170.85.29/Ruggie-protect-respect-remedy-framework.pdf>
- [3] Para más ver aquí: [http://www.ohchr.org/Documents/Publications/GuidingPrinciples-BusinessHR\\_EN.pdf](http://www.ohchr.org/Documents/Publications/GuidingPrinciples-BusinessHR_EN.pdf)
- [4] Más detalles acerca de los riesgos se pueden consultar en la web del CEO Water Mandate y del WWF: <http://ceowatermandate.org/why-stewardship/stewardship-is-good-for-business/> [http://www.unglobalcompact.org/docs/news\\_events/9.1\\_news\\_archives/2010\\_06\\_17/UN\\_Global\\_Compact\\_Management\\_Model.pdf](http://www.unglobalcompact.org/docs/news_events/9.1_news_archives/2010_06_17/UN_Global_Compact_Management_Model.pdf)
- [5] Véase: <http://www.ceowatermandate.org/disclosure> para más información.
- [7] Para más instrucciones paso a paso sobre cómo aplicar un enfoque desde los derechos humanos para la concienciación hídrica empresarial consulte: *Guía para Empresas*

- para el respeto de los Derechos Humanos de acceso al Agua y Saneamiento.
- [8] Véase *Guía para la Gestión de la Integridad en Iniciativas de concienciación hídrica*.
- ### Referencias
- CEO Water Mandate. “La concienciación es buena para los negocios.” [Http://ceowatermandate.org/why-stewardship/stewardship-is-good-for-business/](http://ceowatermandate.org/why-stewardship/stewardship-is-good-for-business/). (Consultado el 09 de septiembre 2015)
  - CEO Water Mandate, PricewaterhouseCoopers, CDP, y el Instituto de Recursos Mundiales. *Guía Corporativa para la comunicación sobre temas hídricos: Hacia un enfoque común en el informe sobre Asuntos Hídricos*. Septiembre 2014.
  - CEO Water Mandate, Shift, y el Instituto del Pacífico. *Trayendo una perspectiva desde el Derecho Humanos al Agua a la Concienciación Hídrica Empresarial*. Agosto 2012.
  - CEO Water Mandate, Shift, y el Instituto del Pacífico. *Guía Empresarial para el respetar de los*

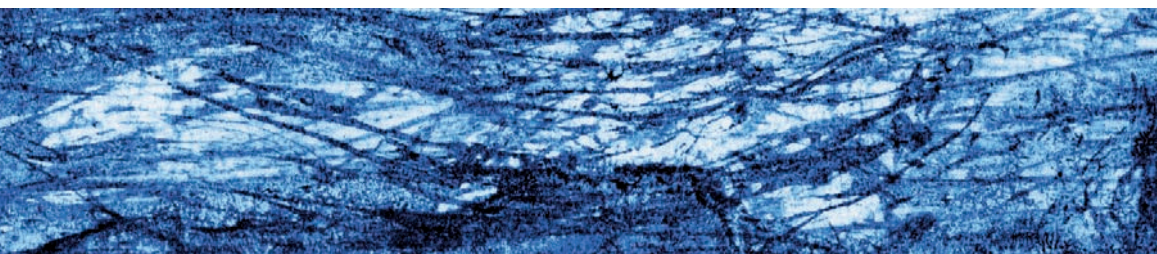
- Derechos Humanos de Acceso al Agua y Saneamiento*. Enero 2015.
- CEO Water Mandate, Red de Integridad del Agua y el Instituto del Pacífico. *Guía para la Gestión de la Integridad en Iniciativas de Concienciación Hídrica*. Agosto 2015.
  - CEO Water Mandate, Pacto Mundial de las Naciones Unidas y el Instituto del Pacífico. *Explorando ejemplos de Participación Empresarial en Saneamiento: Libro Blanco*. Septiembre 2014.
  - Naciones Unidas. La Iniciativa ONU “Proteger, respetar y remediar” Marco para Empresas y Derechos Humanos. Junio de 2008.
  - Pacto Mundial de las Naciones Unidas y Deloitte. *Gestión del Modelo del Pacto Global de la ONU: Marco de Implementación*.
  - Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos de la ONU. *Principios Rectores sobre Empresas y Derechos Humanos: La implementación de las iniciativa de Naciones Unidas “Proteger, respetar y remediar”*. 2011.

# LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

## COMO HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA, EL SANEAMIENTO Y LA SALUD

Kyana R.L. Young y Joan B. Rose

DESCRIPTORES:  
ECRM  
SANEAMIENTO  
RIESGO  
SALUD



### INTRODUCCIÓN



Los objetivos de reutilización de aguas potables y residuales así como la seguridad del agua han mejorado a través del marco de Evaluación Cuantitativa del Riesgo Microbiano –ECRM– y mediante el uso de la tecnología de diagnóstico avanzado para monitorizar fuentes de contaminación y riesgos específicos. Sin un marco establecido que incluya el saneamiento para resolver problemas distintos a la calidad de acceso al agua, los problemas seguirán acumulándose. Por lo tanto, es necesario desarrollar un marco global que acepte la concomitancia de la calidad, el acceso, el tratamiento, la educación y la adaptación de la evaluación del riesgo como una herramienta para mejorar el agua, el saneamiento y la salud.

Las Naciones Unidas establecieron los Objetivos de Desarrollo del Milenio –ODM– para 2000 - 2015, los cuales incluyeron aspectos del tratamiento de aguas residuales, la poca fiabilidad de las infraestructuras de energía, la capacidad de mantenimiento, y la incapacidad del pago por el acceso al agua y/o los servicios de saneamiento, y la viabilidad de la infraestructura. Sin embargo, las recomendaciones contenidas en el enfoque de los ODM de las Naciones Unidas eran estrechas de miras o indefinidas, y a menudo inalcanzables para las regiones que

pugnaban por su cumplimiento; las naciones en cuestión estaban limitadas por su falta de acceso a recursos financieros, en particular para proyectos de saneamiento. En las regiones del mundo en desarrollo, más del 90 por ciento de las aguas residuales generadas en los países de bajos ingresos, y más del 70 por ciento de las aguas residuales producidas en los países de renta media-baja, se descarga sin tratamiento a cuerpos de agua (Van der Blik, 2014). Se suma a las situaciones de estos países la frágil condición de los sistemas de agua organizados, redes de distribución bien mantenidas, la gestión de servicios sanitarios, y las condiciones de higiene. La inversión en tecnologías de agua y saneamiento es fundamental para que los objetivos de salud mundial se consigan.

A pesar de los esfuerzos para resolver el problema mundial de las prácticas de saneamiento inadecuadas, el 40 por ciento de la población mundial sigue sin acceso a saneamiento básico (Smith, 2002). Muchas personas que no tienen acceso a saneamiento básico residen en las zonas rurales donde se practica la defecación al aire libre. Entre 1990 - 2011, la tasa de defecación al aire libre disminuyó un 9 por ciento a nivel mundial, ocurriendo el cambio más significativo en el sudeste asiático. Países como Etiopía, Nepal, Laos y Vietnam alcanzaron en conjunto un



descenso superior al 30% de la defecación al aire libre durante el periodo de análisis de 20 años (OMS, 2014).

Los países que tienen interés en mejorar su condiciones de acceso al agua, saneamiento e higiene son a menudo frenados en su avance por la escasa disponibilidad de recursos financieros y la mala gestión de los recursos disponibles. Menos del 25%

de los países con malas condiciones de abastecimiento y saneamiento han establecido un plan nacional de saneamiento. La falta de un plan de gestión también puede contribuir a la operación ineficaz y mantenimiento de la tecnología existente, baja capacitación técnica y falta de formación de técnicos, científicos, ingenieros y gerentes. Esta visión general describe

lo que es necesario para el uso utilizar un enfoque ECRM para la toma de decisiones relativas a las tecnologías de tratamiento de aguas residuales y su eficiencia en el mundo en desarrollo, la identificación del rotavirus como contaminante objetivo, con el fin de demostrar cómo una serie de inversiones estratégicas y prioritarias pueden traducirse en una mejora de la salud.

## EL USO DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGOS

Las inversiones para mejorar el saneamiento y con ello proteger la calidad del agua ambiente para múltiples propósitos requieren marcos transnacionales científicos y de análisis de riesgo que mejoren la identificación, la evaluación y su resolución. La traducción exitosa de conocimiento incluye estrategias intencionales para permitir la comunicación entre las múltiples partes interesadas, el intercambio de datos e información desde sus perspectivas respectivas. Para conseguir una toma de decisiones informada científicamente, la ciencia debe comunicarse para un público amplio y la información debe ser de fácil acceso (Jacobs, 2005). Marcos científicos con modelos viables serán imprescindibles en la comunicación de los principios científicos y sus conclusiones a los responsables políticos (Xu, 2007).

El análisis de riesgos, como metodología, ayuda a resolver el dilema de comunicación mediante la traducción de los resultados científicos intensos en datos en las métricas presentadas como estimaciones de riesgo basadas en evidencias. La ECRM ha sido ampliamente aceptada como un proceso formal para la estimación de los riesgos para la salud humana de los patógenos microbianos y procesos de enfermedades infecciosas relacionadas con el consumo de agua y como vía de exposición en las

aguas recreativas (Regli *et al.*, 1991; Haas *et al.*, 2014; USEPA, 2011; OMS, 2011). El marco de análisis de riesgos permite sistematizar la integración de la ciencia y la política, pudiendo determinarse en qué grado el control de los contaminantes del agua puede proteger la calidad del agua y la salud, y mejorar los usos designados de las vías fluviales. Este marco es un ejemplo de la traslación de la ciencia a la acción a través de un proceso por etapas de formulación del problema, identificación de riesgos, respuesta a la dosis, evaluación de la exposición, caracterización del riesgo y gestión del mismo para una toma de decisiones informada.

Los políticos no suelen estar involucrados en los estudios científicos, sin embargo, requieren de la ciencia para tomar decisiones relativas a la aplicación de las políticas, basadas en pruebas sólidas. Mientras que el enfoque basado en la hipótesis –junto con nuevas herramientas, tecnologías y modelos– permite un análisis más eficiente de problemas complejos, los relativos al saneamiento y la calidad de las aguas pueden ser denominados “problemas perversos” (Brown *et al.*, 2010). Este concepto se refiere a la circunstancia en la que la solución a un problema en particular no se conoce totalmente y el cuerpo actual de conocimiento no es accesible o no ha sido comunicado claramente a aque-

llos que necesitan de la información para la toma de decisiones. Con diferentes valores, intereses, resultados esperados y perspectivas, la relación entre los científicos y los responsables políticos a menudo sufre debido a la complejidad de los problemas y la falta de metodologías eficaces para mejorar su comunicación.

Las regiones con suministro limitado de agua a menudo aplican las aguas residuales, ya sea por descuido o con la planificación de complementar sus necesidades de agua no potable, a fines designados como el riego agrícola, el uso recreativo y el simple mantenimiento de los caudales ecológicos. Dependiendo del acceso al alcantarillado, la instalación de saneamiento, el tipo de tratamiento de aguas residuales, los usos de agua de la comunidad, la prevalencia de infección en la población (en este caso se utilizarán los virus patógenos como objetivo), la concentración final de las aguas residuales tratadas variará así como la carga aportada a los recursos hídricos en superficie. El tratamiento inadecuado de los residuos fecales dependiendo del tipo de saneamiento utilizado, seco o húmedo, previo a su vertido final o reutilización sólo desplaza el riesgo, haciendo que estas prácticas generen riesgo para la salud de las poblaciones locales, aguas abajo y otras especiales.

# EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL RIESGO MICROBIANO: UN CASO DE ESTUDIO

## Introducción

La caracterización de patógenos y otros virus particulares que son persistentes, potentes, y se excretan en grandes cantidades en las heces o se vierten a los sistemas de alcantarillado es necesaria, ya que es evidente que las aguas con heces contaminadas y fuertemente participadas por aguas residuales, así como la reutilización de aguas residuales será cada vez mayor en el futuro. A nivel mundial, las enfermedades transmitidas por el agua incluyen la hepatitis, gastroenteritis viral, la meningitis, la encefalitis y miocarditis (norovirus, virus Coxsackie). Recientemente, Kuilia *et al.* (2015) realizaron el primer mapa mundial de las emisiones de rotavirus a las aguas superficiales. El rotavirus, una de las causas principales de la diarrea infantil, se estimó en  $2 \times 10^{18}$  partículas virales / rejilla / año, de los cuales el 87 por ciento se genera por las poblaciones urbanas (Fig. 1). La recopilación de datos clave de seguimiento son necesarios para futuros estudios de concentración de patógenos en alcantarillas, sistemas de aguas residuales, a través de diversos procesos de tratamiento y en los vertidos a aguas superficiales, y para abordar una mejora de su gestión.

Una evaluación detallada del virus tanto en las aguas residuales sin tratar como en aguas tratadas es imprescindible. El proceso ECRM visualiza el planteamiento del problema, identificación de peligros, evaluación de la exposición, respuesta a la dosis, la caracterización del riesgo y gestión del mismo siendo su análisis resultante

utilizable para una toma de decisiones informada. Específicamente para este trabajo, la evaluación general mediante ECRM puede proporcionar recomendaciones basadas en evidencias sobre cómo mejorar la calidad del agua y la gestión de servicios de saneamiento para una mejora de las condiciones de salud de la población mundial.

## La formulación del problema

Los incrementos en el crecimiento demográfico y el subsecuente incremento en el consumo y captación de agua presentan desafíos en la prestación tanto en cantidad suficiente y en calidad conforme al mismo tiempo. Con la adición de otros factores externos, como los cambios climáticos, la eutrofización y las aguas contaminadas fecales, aparecen mayores riesgos de salud sobre aquellas poblaciones que tienen acceso limitado a los recursos hídricos. Estos recursos de agua tienen una variedad de usos consuntivos, el suministro de agua potable incluido. Las poblaciones vulnerables con acceso limitado, o ninguno, a mejores servicios de sa-

neamiento y abastecimiento de agua, son también las poblaciones en todo el mundo que viven bajo condiciones de escasez de agua; dependiendo muchas veces de fuentes contaminadas por microbios y sustancias químicas perjudiciales para la salud.

Los virus, en particular, son un objetivo de control, ya que sus efectos adversos para la salud pueden ser enormes e inmediatos; una única exposición a través de agua potable o de recreo puede causar un brote que se expanda en el transcurso de días o semanas. La formulación del problema se centrará en los efectos de propagación y en la salud de una población una vez expuesta a aguas fecales contaminadas con rotavirus. Las estrategias de gestión que comparen las eficacias de los distintos tratamientos de aguas residuales en la salud pública proporcionarán un método eficaz para mejorar la calidad del agua.

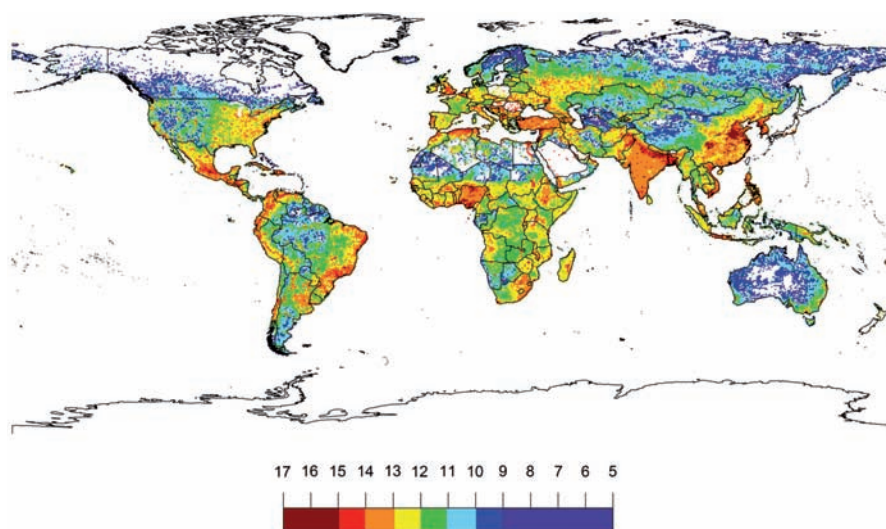


Fig. 1. Emisiones de rotavirus ( $\log_{10}$  partículas virales rotavirus / rejilla / año).

## Identificación de peligros

En los últimos 20 años, se han producido avances en el análisis de las aguas y sus técnicas, lo que ofrece una mayor capacidad para monitorizar los patógenos de una forma total. Una comprensión más profunda de la variación de las cargas de patógenos encontrada en las aguas residuales, y de la capacidad de los tratamientos secundarios para eliminar estos agentes microbianos transmitidos por el agua han permitido avances en el tratamiento de agua. El descubrimiento de patógenos en las aguas residuales también ha sido un factor fundamental en

la preocupación emergente sobre nuevos virus y otros agentes causantes de enfermedades transmitidas por el agua. Las nuevas herramientas genómicas han sido muy útiles en la identificación de posibles peligros. La identificación de datos cuantitativos sobre el total de los virus cultivables utilizando métodos más estándar (por ejemplo, métodos de *Recolección Reglada de Información*) y nuevos métodos para otros virus, incluyendo la Cuantificación de la Reacción en Cadena de la Polimerasa –CRCP–, son útiles para determinar la concentración de un virus en

particular. Esta caracterización avanzada ayuda a proporcionar la evidencia científica y la justificación para delimitar los umbrales de reducción logarítmica apropiados requeridos por las prácticas de tratamiento de agua. El rotavirus sigue siendo un virus importante, puesto que, si bien existe una vacuna disponible, el conocimiento sobre el mismo es deficiente en algunas regiones. Como este virus afecta principalmente a la salud de los niños, cualquier esfuerzo dirigido hacia la salud del medio ambiente y de la comunidad ayudará a disminuir otros riesgos patógenos.

## Evaluación de la exposición

La evaluación de la exposición es muy importante ya que los países están comenzando a priorizar las cuencas hidrográficas y los usos designados de sus recursos hídricos en actividades para el fomento del desarrollo económico (es decir, el turismo, la seguridad alimentaria y el abastecimiento de agua). Es necesario conocer los itinerarios desde la fuente al punto de exposición humana. Como se mencionó anteriormente, Kuilia *et al.* (2015) han elaborado el primer mapa global de las emisiones de rotavirus a las aguas superficiales. Este mapa tiene el objetivo para identificar los impactos sobre las cuencas hidrográficas mediante la capacidad de estimar las concentraciones basadas en las condiciones hidrológicas de la misma.

Tres tipos de vías de exposición se han desarrollado para este estudio: descarga de aguas residuales con y sin tratamiento a las aguas superficiales; uso de las aguas superficiales para la limpieza, lavado (higiene), o usos recreativos; fuente de agua potable con varios niveles de tratamiento de agua.

La información requerida para caracterizar estos tipos de vías de exposición incluyen concentraciones de virus en las aguas residuales, reducciones de las mismas mediante tratamiento y/o la dilución de aguas residuales en las aguas receptoras; volúmenes asociados con los diversos usos (Fig. 2).

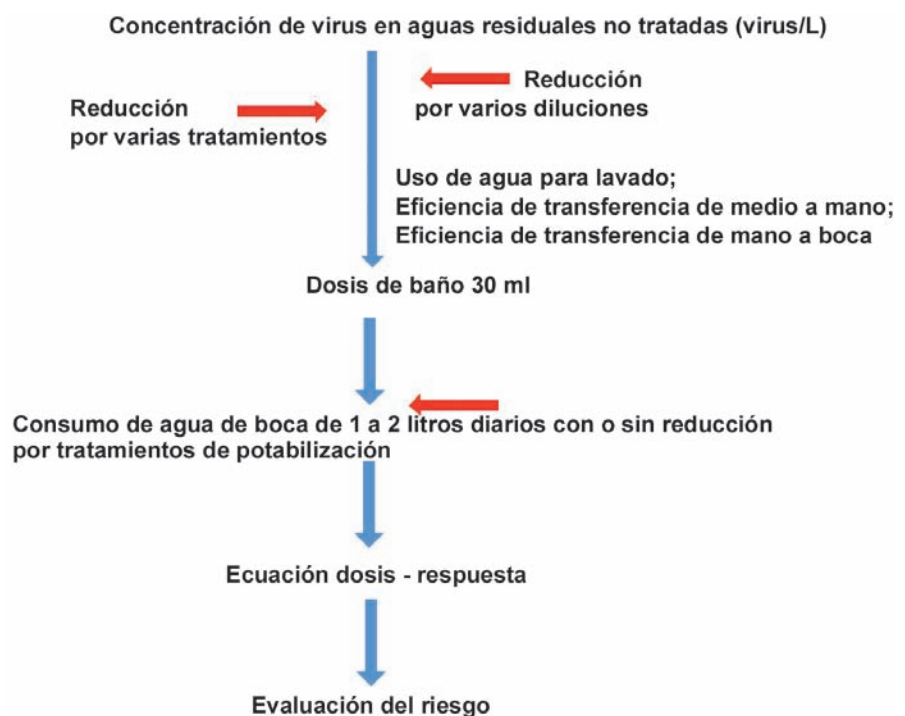


Fig. 2. Escenarios para el cálculo de la exposición y riesgo asociado con el vertido de aguas residuales a masas de agua superficiales.

## Dosis – Respuesta



Los datos de dosis-respuesta y sus modelos víricos han sido desarrollados para nueve virus diferentes ([http://qmrawiki.canr.msu.edu/index.php/Dose\\_Response](http://qmrawiki.canr.msu.edu/index.php/Dose_Response)). Estos modelos se utilizan para determinar la probabilidad diaria de infección, dada una cierta dosis de exposición.

El modelo modificado beta-Poisson (Ecuación 1) se ha utilizado para el rotavirus como modelo para uno de los virus más potentes analizados hasta la fecha (Haas *et al.*, 2014).

El modelo se define como una función de probabilidad con dos parámetros específicos al huésped (Ec. 1):

$$P=1 - \left[ 1 + \text{dosis} \frac{2 \frac{1}{\alpha} - 1}{N_{50}} \right]^{-\alpha}$$

Donde P es la probabilidad de infección, la dosis es el número de microbios recibidas;  $\alpha$  y  $N_{50}$  son los parámetros del modelo ( $\alpha = 0,26$   $N_{50} = 96,1$ ) específicos para el rotavirus.

## Caracterización del riesgo



El riesgo de exposición simple diario se estimó para concentraciones medias de rotavirus en las aguas residuales en 10.000 virus/litro con entre un 90 y un 99% mediante reducción por tratamiento de aguas residuales ( $1 - 2 \log_{10}$  equivalentes a una eliminación del 90 y 99%, respectivamente). Esto se hizo teniendo en cuenta una dilución 1/10 entre la masa de agua de la superficial y el aporte recibido de las aguas residuales y tres vías de exposiciones para los siguientes

usos de agua i. lavado de ropa, ii. baño y iii. bebida (suponiendo que la planta de tratamiento de agua potable ofreciera una eliminación de virus 4 log). El Cuadro 1 muestra los riesgos para los niveles medios de los virus con dos niveles de eficacias de tratamiento de aguas residuales.

Los riesgos son bastante altos—entre el 10 y el 40%— si se utilizan las aguas superficiales para el lavado o el baño en sistemas de agua de superficie con cargas de rotavirus de 10.000 virus por litro; esto incluye el tratamiento de aguas residuales reduciendo los niveles del virus en un 90 o 99%. Si bien los riesgos del agua potable se encuentran por debajo de niveles epidémicos (los niveles de brotes detectables son generalmente <20%) si el proceso de tratamiento de potabilización logra una reducción del 99,99% (eliminación 4  $\log_{10}$ ) (como sugiere la *Norma de Tratamiento de Aguas Superficiales* en los Estados Unidos), los riesgos no cumplen el objetivo requerido para un agua potable segura. Los riesgos entre 1/100 y 1/10.000 se lograrían si el 99,9% de los virus fueran eliminados mediante tratamiento de aguas residuales. Este análisis sugiere que un número bastante elevado de infecciones endémicas es esperable como consecuencia del baño o ingesta de aguas superficiales contaminadas o que han recibido vertidos de aguas residuales inadecuadamente tratadas.

## Gestión de Riesgos



Sigue existiendo la necesidad de reforzar la gestión de las inversiones en tratamiento de aguas residuales y de abastecimiento innovadores, infraestructura, recuperación del recurso y políticas de protección del medio ambiente, las cuales se traducirían en una mejora de la gestión de los sistemas de calidad de agua y saneamiento. Se recomienda que se hagan esfuerzos para obtener tratamiento de aguas residuales innovadores que logren un mínimo de 99,9% de reducción de los virus a menos que las condiciones hidrológicas permitan asegurar una dilución superior a 1/10.

La caracterización de la calidad de una fuente o sistema de agua ambientales requiere una evaluación inicial, seguida de un seguimiento continuo, para que los cambios en esa fuente puedan ser observados en el tiempo. El transporte y su destino pueden ser obtenidos por los datos geológicos y de saneamiento, y en última instancia, esta información se puede utilizar para caracterizar la calidad del agua, su modelado y sus mapas de riesgo. Esto asegurará un enfoque científico a las decisiones tomadas sobre el desarrollo y la implementación de tecnología de saneamiento y optimización de los objetivos respecto del coste, eficacia, necesidades de formación en ese

Cuadro 1			
Estimaciones de riesgo de rotavirus en aguas superficiales receptoras de efluentes de aguas residuales tratadas			
Niveles Virus Promedio			
Descripción	Lavado	Baño	Consumo con un tratamiento de eliminación 4 log
Cálculo de dosis de exposición			
Concentraciones media de rotavirus en aguas residuales (Números / L)			
10.000 virus / L			
Tasa de eliminación de Tratamiento de Aguas Residuales (%)	90 (99)	90% (99)%	90 (99)
Concentración en aguas superficiales (N / L) con una dilución 1/10	100 (10) virus / L	100 (10) virus / L	100 (10) virus / L
Volumen consumido diario (L)	25 ml	30 ml	2 litros
Cálculos de riesgo para la salud			
Dosis promedio recibidas (N)	2,5 (0,25) virus	3,0 (0,3) virus	0,02 (0,002) virus
Probabilidad diaria de infección	3,9E-01 (1,1E-01)	4,1E-01 (1,3E-01)	1,2E-02 (1,2E-03)
Objetivo de Riesgo para la Salud Anual para agua potable es 1,0E-04			
Objetivo de Riesgo para la Salud Diario para agua potable es ~ E-06			

campo y su sostenibilidad a largo plazo. Los resultados de estos estudios se pueden utilizar para informar a los responsables políticos de los riesgos que implica no proporcionar agua potable de calidad, y la eliminación de la búsqueda de datos pertinentes para una toma de decisiones informada. Con el uso de la ECRM cuantitativa, las autoridades podrán tomar decisiones basadas en los riesgos que se plantean a sus respectivas comunidades, sin la intensa búsqueda de profundizar en publicaciones e informes farragosos. En estas situaciones, se pueden utilizar funciones

matemáticas para calcular la probabilidad de un resultado adverso para la salud cuando una persona se expone a rotavirus a través del consumo de agua. Por ello son esenciales políticas adecuadas de salud pública fundamentadas en la evaluación del riesgo.

Además de la falta de acceso a servicios básicos de saneamiento, 768 millones de personas no tienen acceso a una fuente mejorada de agua; de las cuales el 83% de los 768 millones de personas (637 millones de personas) vive en zonas rurales. 185 millones de personas dependen del agua superficial no tratada como

su principal fuente de agua. Entre 1990 y 2012, 2.300 millones de personas obtuvieron acceso a una fuente mejorada de agua potable (ONU, 2013). En los próximos 30 años, se realizará una importante inversión en nuevos enfoques para el saneamiento, tratamiento de aguas residuales y su reutilización. Es imperativo que se logran reducciones logarítmicas adecuadas de diversos contaminantes microbianos y químicos una vez implementados los diseños para proteger la salud pública. De lo contrario, las inversiones pueden ofrecer muy poca mejora incremental de seguridad.

## RECOMENDACIONES HACIA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE SANEAMIENTO

Como parte de los nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) promulgados por las Naciones Unidas, se han marcado varias metas relativas al agua y el saneamiento con horizonte de consecución en el año 2030. Estas metas incluyen poner fin a la defecación al aire libre, el logro de la igualdad de acceso a servicios de saneamiento e higiene, el apoyo a las comunidades para mejorar la gestión de servicios de saneamiento, y la expansión de la capacitación técnica para los países en vías de desarrollo. Durante los próximos 15 años, es imperativo que los científicos, investigadores e ingenieros participen en los esfuerzos proactivos para lograr estas metas de agua y saneamiento. Entre las recomendaciones para el logro de dichos objetivos se incluye la recopilación de más datos sobre patógenos de riesgo en heces y aguas residuales. Esto ayudará en la creación de herramientas de apoyo a la decisión tales como las que el mapa rotavirus mencionado en este documento; la información puede ser utilizada para las estimaciones de concentración y ocurrencia de patógenos específicos en las fuentes de agua. Junto con la obtención de más datos sobre los patógenos, es imprescindible utilizar la

ECRM como modelo para identificar y evaluar la minimización de riesgos basado en las tecnologías disponibles para el tratamiento de aguas residuales de los agentes patógenos. En general, el objetivo sería identificar tecnologías para lograr, como mínimo, el 99,9% de eliminación (reducción 3 log) de los virus. Trabajar dentro del ámbito de estas recomendaciones ayudará en la consecución de los

ODS y a mejorar las condiciones de abastecimiento de agua, saneamiento y salud de la población mundial.

### Dr. Kyana R.L. Young

Doctora en Ingeniería Civil y Ambiental  
Investigadora Postdoctoral Asociada,  
Universidad de Michigan

### Dr. Joan B. Rose

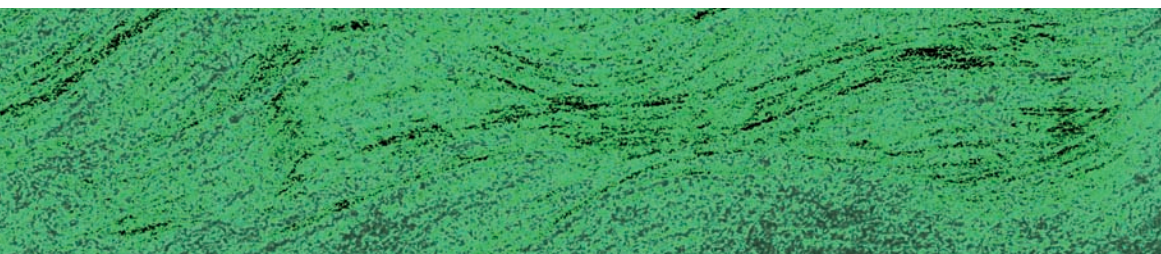
Doctora en Microbiología  
Cátedra de Investigación del Agua Home  
Nowlin, Universidad de Michigan

### Referencias bibliográficas

- Brown, V. A., Harris, J. A., & Russell, J. Y. (2010). *Tackling wicked problems through the transdisciplinary imagination*. Earthscan.
- Jacobs, K., Garfin, G., & Lenart, M. (2005). More than just talk: Connecting science and decision-making. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 47 (9), 6-21.
- Kiulia, NM, Hofstra, N., Vermeulen, LC, Obara, MA, Medema, M and Rose, JB. 2015. Global Occurrence and Emission of Rotaviruses to Surface Waters. *Pathogens* 2015, 4, 229-255; doi:10.3390/pathogens4020229
- Haas CN, Rose J.B., Gerba CP. 2014. Quantitative Microbial Risk Assessment. John Wiley, New York, NY.
- Regli, S., Rose, J.B., Haas, C.N., and Gerba, C.P. 1991. Modeling the risk from *Giardia* and viruses in drinking-water. *Journal of the American Water Works Association* 83:76-84.
- Smith, Rosalind Stanwell. "Sanitation-Control problems at source." *World Health Organisation, Genf, Schweiz* (2002).
- U.S. EPA. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-09/052F, 2011.
- Van der Blik, J., McCornick, P., & Clarke, J. (2014). *On target for people and planet: setting and achieving water-related sustainable development goals* (No. H046660). International Water Management Institute.
- World Health Organization. "Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition" (2011).
- World Health Organization. "Investing in water and sanitation: increasing access, reducing inequalities, special report for the Sanitation and Water for All (SWA), high level meeting (HLM) 2014." (2014).
- Xu, Yue-Ping, Martijn J. Booi, and Arthur E. Myrnett. "An appropriateness framework for the Dutch Meuse decision support system." *Environmental Modelling & Software* 22.11 (2007): 1667-1678.

# LOS PREMIOS AGUA, FUENTE DE VIDA

Josefina Maestu y Gareth George



**DESCRIPTORES:**  
PREMIOS AGUA, FUENTE DE VIDA  
MEJORES PRÁCTICAS  
GESTIÓN DE AGUAS  
PARTICIPACIÓN  
COMUNICACIÓN  
SENSIBILIZACIÓN  
EDUCACIÓN

Las actuaciones de abastecimiento y saneamiento de aguas son acontecimientos meramente técnicos. No tienen la misma repercusión pública que las misiones de rescate en desastres o el lloro de unos niños hambrientos. Las mejores actuaciones en el abastecimiento y saneamiento de agua a menudo se desarrollan en circunstancias menos dramáticas —al fin y al cabo, los efectos acumulativos de la defecación a libre sobre una fuente de agua no generan explosiones ni fuertes oleajes—. Sólo merman el crecimiento y el desarrollo intelectual de sus víctimas. Les privan de días de trabajo y escuela. Sus efectos son objeto de sesudos artículos de fondo más que de crónicas de últimas noticias que paran una edición para cubrir una primera página. Ese mismo carácter de las actuaciones es lo que condenan históricamente sus efectos.

Por esta razón, en 2011, se crearon los premios Agua, Fuente de Vida. Éstos se mantienen como los únicos premios concedidos por Naciones Unidas especialmente diseñados para reconocer los más avanzados proyectos y programas de abastecimiento y agua de saneamiento a nivel mundial. Y desde 2011, 11 proyectos han sido premiados en sus cinco convocatorias, y con ello ha aumentado la cobertura de los medios de comunicación, reconocimiento y oportunidades de colaboración. No menos valiosa ha sido la manera en que, a través de la concesión del premio, se han estudiado estos proyectos para que sus éxitos pudieran ser replicados en otras partes del mundo. Durante años los expertos sobre el terreno han pregonado, por ejemplo, una educación higiénica básica. Los ganadores y finalistas de los premios Agua, Fuente de Vida apor-

“CULTIVANDO AGUA BOA” (ganador de 2015) es un programa sistémico basado en la participación de la sociedad civil, donde el agua es columna vertebral de una serie de acciones, con el objetivo de luchar contra la pobreza y el cambio climático. Representa una nueva forma de sustituir los viejos hábitos con prácticas sostenibles y participativas centradas en aquellos territorios en los que se vean amenazados los recursos naturales. Se trabaja con un plan de sensibilización compuesto por 60 acciones, que hasta la fecha ha permitido los siguientes logros principales: la recuperación de 200 microcuencas de la región, una mejora en la cantidad y calidad de agua disponibles, una reducción de la erosión del suelo, una mejora de la calidad de vida y la inserción social de la población local, la reforestación de las riberas, el aumento de la conservación de la naturaleza y una gestión del agua participativa promoviendo la concienciación hídrica y la gestión sostenible de la tierra.

tan ejemplos verificables de dichos principios en acción, y el reconocimiento otorgado por el premio –los premios son juzgados por un panel de expertos de entre los expertos de agua más importantes del mundo– les aporta mayor legitimidad a ojos de quienes toman las decisiones.

Los premios constan de dos categorías. La categoría I premia las “Mejores prácticas de gestión de aguas” y la categoría II premia las “Mejores prácticas de participación, comunicación, sensibilización y educación”. Esto es así para diferenciar dos tipos de actuaciones muy diferentes pero igualmente vitales –aquellas que cambian la forma en que se gestionan los recursos hídricos y las que cambian la forma en que las personas interactúan con el agua–. Dicho esto, muchos proyectos y programas incorporan elementos de ambas categorías.

¿Qué tipo de proyectos atrajeron la atención del jurado? La variedad ha sido asombrosa. Entre los ganadores se incluye un proyecto de participación de la sociedad civil para promover la gestión sostenible del agua; dos programas de divulgación de cambio de comportamiento frente al agua: uno en América del Sur, otro en la India; uno que involucra las artes, y el otro, la ciencia. Un proyecto ganador convirtió la concienciación sobre los problemas de abastecimiento y saneamiento de agua en contenido de los planes educativos a nivel nacional. Otro ganador creó un sistema avanzado de tratamiento de aguas que asegurará una calidad de agua predecible para la industria. Sin



**Fig. 1. Presentación en 2011 de los premios “El agua fuente de vida”.**

embargo, otra iniciativa abogaba por la educación y la movilización de la población para defender sus derechos constitucionales sobre los lagos como bienes públicos. Un proyecto europeo analizó la calidad del agua, y se acercó a las comunidades para que el público entienda mejor la utilidad de los baños secos de los que estaban siendo provistos, y se consiguió que se involucraran en sus procesos de construcción y depuración de aguas. Un ganador asiático introdujo un innovador sistema de gestión de aguas en toda la cuenca hidrográfica

para garantizar la recarga natural de las aguas subterráneas, incluso en un posible cambio de usos de la tierra a lo largo del tiempo. En África, un ganador desplegó tanques de agua y tuberías a una velocidad impresionante para proporcionar agua y saneamiento a una ciudad en expansión más allá de sus límites. Otro proyecto

**ONE DROP** (ganador 2015) utiliza el agua para impulsar el cambio con un enfoque único que incita a las personas a mejorar sus condiciones de vida. Llamado el “ABC de la sostenibilidad”, éste se basa en 3 componentes complementarios diseñados para establecer una base sólida sobre la cual las comunidades pueden crecer y prosperar: Acceso al Agua y Saneamiento (“A”); Cambio de comportamiento a través de las Artes Sociales (“B”); Capitales / microcréditos (“C”) para el desarrollo económico. El proyecto de la India tiene sus raíces en los componentes “A” y “B”. Se ha implementado en Odisha, que es uno de los siete estados indios más pobres. Llevado a cabo durante cuatro años (2011-2014), implementa soluciones sostenibles al problema de la pobreza a través de un programa de Acceso al Agua, Saneamiento en Higiene - WASH / implementado por Gram Vikas donde mediante un método de cobertura e inclusión se garantiza un 100% el acceso a un inodoro, un baño y agua disponible a todas horas todos los días.

LA ECOESCUELA DEL AGUA DWS / WBSSA (proyecto ganador 2015) tiene como principal objetivo fortalecer la educación en temas de agua a través de un sistema de la Ecoescuela en 7 pasos para el aprendizaje en Educación para el Desarrollo Sostenible –EDS– y el cambio. Estos pasos guían a las escuelas a través de un proceso de aprendizaje que promueve la conservación del agua y educación sanitaria, así como involucrar a los estudiantes a participar en los métodos de aprendizaje basados en la investigación, que les capaciten para comprender mejor su contexto hídrico local y les permita tomar medidas para mejorarlo. El proyecto tiene un fuerte enfoque inclusivo, haciendo hincapié en la participación ciudadana, los procesos de aprendizaje participativo y todas aquellas acciones que trabajen para una mejor gestión del agua y para garantizar la seguridad de abastecimiento para las comunidades más desfavorecidas que no tienen acceso a agua potable, especialmente en las zonas donde el agua es cada vez más escasa debido al cambio climático y las malas prácticas de gestión de las captaciones de agua.

tuvo como objetivo sensibilizar a investigadores y lobbies del valor de las soluciones científicas dependientes de las condiciones geográficas locales –como las disposiciones de bombas de riego alimentadas con energía solar para la agricultura independientes de la red eléctrica–. Sin embargo, todos los ganadores tenían algo en común con la primera –un proyecto de rehabilitación de un río–. Donde el río se había anegado por la suciedad, se restauró. El resultado, fue que una vez más, el río se convirtió en una fuente de vida y de la comunidad. Aunque no solemos pensar en

ello, allí donde el agua potable y el saneamiento faltan, no existe posible esperanza para una comunidad

saludable. Este impulso a la salud de la comunidad es algo que todos estos diversos proyectos han ofrecido.

## ¿QUÉ SE HA GANADO?



Los premios Agua, Fuente de Vida han sido fuerza poderosa para el cambio. Los ganadores han brillado por su excepcionalidad –en el ámbito de su ambición, en el uso innovador de nuevos métodos y enfoques, en su capacidad para desafiar normas imperantes y propiciar su cambio–. A través de los premios, estos casos y sus historias subyacentes se han compartido, replicado, mejorado y actualizado en todo el mundo.

Bolivia es uno de los países más pobres de América Latina. La pobreza extrema afecta al 40% de la población. En Cochabamba, algunos municipios como Arque, Tacopaya, Bolívar y Sacabamba, tienen una tasa de mortalidad de menores de cinco años superior a su media nacional. SODIS, que ganó el Premio de la categoría 2 en el año 2012 por su estrategia de comunicación para el cambio social y el comportamiento no podía acercarse a la situación con cualquier tipo de solución estandarizada. Las mujeres en Cochabamba se ven afectadas con especial dureza por los problemas relacionados con el agua, tales como su escasez, contaminación y las crecientes necesidades de los hogares y la comunidad. La pobreza y la marginación de las mujeres está relacionada con su falta de formación y legitimación. Ésta es una barrera para expresar sus problemas y expectativas respecto de los servicios de agua, saneamiento e higiene. Cualquier enfoque de cambio de comportamiento necesitaba poder contar con estas mujeres, dándoles a su vez voz.

Como dijo el líder del proyecto, Elsa Sánchez: *“Es muy importante que las personas toman decisiones en los procesos y la implementación del*

**Fig. 2. Premios de la categoría I a las “Mejores prácticas de gestión de aguas”.**





proyecto, ya que cualquier iniciativa que quiera desarrollarse para responder a las necesidades y problemas de la población debe ajustarse al contexto en el que viven.

*Esa aproximación múltiple ofrece a las mujeres tener la capacidad para identificar las necesidades, establecer prioridades y participar en la toma de decisiones en estas soluciones y la administración de fondos”.*

Los premios Agua, Fuente de Vida son vivos ejemplos que muestran lo mucho más eficaz que son las intervenciones en agua cuando los beneficiarios son parte de la solución. El proyecto SODIS llevó esto al extremo haciendo a los niños embajadores de los mensajes:

*“Recuerdo muy bien a los estudiantes de Tiquipaya, cómo trabajaban con sus padres en promover las prácticas de lavado de manos y el consumo de agua potable. Los niños enseñaron a sus propias familias la práctica. El padre de un niño dijo: «Gracias, hijo mío, nadie me ha enseñado a lavarme las manos como tú me has enseñado.» Fue un motivo de orgullo para el padre y su hijo.*

*Al llegar a la comunidad Sursubi del municipio de Concepción para una visita de seguimiento y apoyar la implementación de la Estrategia de Salud, Agua Potable y Saneamiento (HASS), fui inmediatamente a la escuela en el momento preciso en que los niños estaban jugando en el campo verde. Creo que llegamos tarde, pensé en silencio. En ese momento me di cuenta de un pequeño muchacho, delgado, de unos seis años con una pequeña botella en una mano y una pelota de trapo en la otra que decía: «Profesor, profesor, los gusanos que estaban en mi agua ya no se mueven más porque los maté ayer con el sol. ¿Puedo beber ahora?» En ese momento me dió un vuelco el corazón y se me saltaron las lágrimas.”*

El enfoque resultó notablemente eficaz. De hecho, hoy Sánchez dice: *“La lección más importante es que la sostenibilidad de los proyectos requiere necesariamente el fortalecimiento de la participación de la comunidad y su*



*apoderamiento, ligada a los procesos de gestión municipal, tomando conciencia que los temas de agua, higiene, saneamiento y la educación para la salud como potestad los Gobiernos Autónomos Municipales.”*

Del mismo modo el proyecto NEWater de Singapur ha sido un ejemplo superior de gestión del agua, y de planificación para el futuro, para traer sostenibilidad y, con ella, seguridad, a una economía. El proyecto fue premiado en la categoría 2 del año 2014, y en palabras del director George Madhavan: *“Singapur puede sufrir de escasez de agua, pero nuestros programas de agua nos han hecho atractivos para los negocios, ya que podemos garantizar un suministro de agua muy fiable de alta calidad. No nos podemos permitir ninguna interrupción en el suministro; los puestos de trabajo de nuestros ciudadanos dependen de ello. Así que ahora cuando uno ve empresas como Rolls Royce en Singapur, nuestro suministro de agua ha jugado un papel importante en esto y todos los habitantes de Singapur se benefician de ello.”*

La inversión de Singapur en su seguridad hídrica ha sido un compromiso con el nivel de vida para la ciudad estado. En los años 60, las fuentes de agua eran tóxicas, some-

**Fig. 3. Premios de la categoría II a las “Mejores prácticas de participación, comunicación, sensibilización y educación”.**

tidas al vertido libre de residuos de todo tipo. Hoy en día, la gestión del agua es fundamental para el bienestar de los ciudadanos, gracias a las repetidas campañas de sensibilización pública, para las personas cuiden de sus fuentes de agua. Pero la tecnología ha jugado su papel también.

*“Durante la estación seca, aportamos NEWater a los embalses para garantizar niveles consistentes. Utilizamos la tecnología de membranas, forzando el agua a través de una membrana que sólo permitirá el paso de las moléculas de agua, sin tratamiento químico involucrado. Se está investigando el biomimetismo para copiar el riñón humano. Es la máquina de filtrado más eficiente en la naturaleza, y estamos empezando a entender cómo funciona. Esperamos que en los próximos años podamos aplicarlo.*

*NEWater será el pilar de nuestro suministro de agua para los próximos 50 años. Hemos sustituido el uso de agua potable para la industria con NEWater. En Singapur tenemos un montón de*



**Fig. 4. Entrega del premio a la categoría II por el Proyecto ORMAX.**

*industria de alto impacto. NEWater ya proporciona el 30% del agua utilizada. Para el 2060, proporcionará el 55%. Esto es importante porque nuestro crecimiento se basará en el agua de nuestra propia cuenca.”*

Los ganadores de los premios Agua, Fuente de Vida no sólo han impresionado con sus resultados, sin embargo, sino también con sus planteamientos. El proyecto de ESG para la Protección de los Lagos de Bangalore para la posteridad se enfrentó a una lucha cuesta arriba para convencer a una clase media distante que la construcción de hoteles flotantes y centros comerciales en las fuentes tradicionales de agua no representaban el “progreso”.

*“La protección de los lagos mediante la plantación de árboles y no almbarre de espino, hace que no sólo sean reservorios de agua dulce, sino también humedales, paraísos verdes. Ahora es ley que todos los lagos deben ser vigilados y protegidos con fondos públicos asignados en el presupuesto anual”,* dijo Leo

Saldanha, líder del proyecto. *“Ahora el gobierno puede ver cómo podemos crear comunidades invirtiendo en la rehabilitación de los lagos, lo cual provee de puestos de trabajo, así como de agua dulce, y como resultado una mejor salud. Ahora otros estados nos están observando y aprendiendo, por lo que estas leyes están influyendo en el cambio no sólo aquí, sino en Kolkata, Hyderabad, etc.”*

El proyecto ganó el premio de la categoría 1 en 2012. Y gracias al enfoque de la adaptación continua de ESG, que ha sido inclusivo con los conversos a la causa, entre ellos, los medios de comunicación, el proyecto se ve ahora como un modelo para el conjunto de la India para un mejor desarrollo sostenible.

*“Hace cinco años la gente era muy cínica, pensaban que proteger los lagos era una causa perdida. Gracias a nuestras protestas, y a los medios de comunicación, que han sido un gran apoyo, y nuestra exitosa reclamación legal, se pueden ver los resultados. Ahora los barrios están luchando para proteger sus propias fuentes de agua.”*

Algo tan simple como un inodoro puede estimular un cambio masivo

en una comunidad, cuando es apoyado por una campaña y la comunidad está involucrada.

Moldavia es uno de los países más pobres de Europa, pero al verse involucradas las personas, el cambio ha sido espectacular.

Dice Natalia Dejean de ORMAX, *“Los maestros de las escuelas están sorprendidos por la reducción de las ausencias por enfermedad. Se han reducido a la mitad desde que se instaló el nuevo inodoro. Los niños dicen que es mejor. No es sólo la higiene, el viejo inodoro estaba a unos 300 metros fuera de las puertas de la escuela. El invierno en Moldavia es muy largo, helado, frío y lluvioso. Es mejor para ellos tener un aseo en el lugar por muchas razones.”*

El proyecto de ORMAX Agua Segura y Saneamiento para Todos no *“construye carreteras o casas. Pero faculta a la gente a cambiar sus propias vidas mediante su educación. Se han convertido en el motor del proyecto y eso es muy positivo. Nací en Moldavia. Para mí es muy importante ver a la gente. Al igual que cualquier persona, estas personas no les gusta que se les diga lo que deben hacer, lo que es bueno para ellos. Si no hablas el idioma, no se nota la sinceridad. Algo ha cambiado en la vida de la gente de aquí [ORMAX comenzó el proyecto en Moldavia]”.*

Al probar la composición química del agua, ORMAX podía comenzar a examinar lo que estaba afectando la calidad del agua. La defecación al aire libre era una cuestión, al igual que la proximidad del ganado a las fuentes de agua. Pero otro era el nivel de pesticidas químicos —algo que había sido introducido en Moldavia hacía relativamente poco tiempo—.

*“Moldavia es famosa por sus frutas y verduras. Educamos a los agricultores acerca de las propiedades de compostaje de los desechos humanos y animales, pero ya las conocían. Sus padres utilizaban estas mismas técnicas sostenibles, pero luego la gente se olvidó. En la Unión Soviética era fácil el acceso a soluciones químicas baratas, así que la gente las usaba.*

*Cuando comenzó la formación, la gente recordaba a sus padres usando las mismas técnicas. Recordaban que la generación de sus padres era más saludable. La educación ayudó a ilustrar que eran las prácticas insostenibles del uso de fertilizantes las culpables.”*

Una vez más, el proyecto ayudó a descartar un falso progreso en favor de un enfoque tradicional y sostenible. Una de las claves destacadas por los ganadores del Premio ha sido que los enfoques para el desarrollo sostenible del siglo XXI a menudo no son nuevos –eran las formas en que las comunidades se desarrollaron durante cientos de años antes de la industrialización–.

*“Las cámaras de residuos de aguas residuales en los baños secos son grandes y sólo tienen dos años muchas de ellas. Los residuos pueden no estar lo suficientemente maduros como para ser usados como compost. Pero los agricultores ya recogen la orina de la escuela y lo utilizan para ayudar el crecimiento de los árboles frutales. Las manzanas y albaricoques. Éstas son técnicas antiguas, ahora retomadas.”*

Natalia Dejean ahora cree que la última generación de los moldavos eran una anomalía. Las futuras generaciones valorarán la sostenibilidad desde una edad mucho más temprana: *“Hace tres años que empezamos a centrarnos más en la educación de los niños en las escuelas. La próxima generación de los moldavos estará mucho más preocupada por el medio ambiente. Serán más sensibles a estos temas que sus padres y se convertirán en grandes mensajeros en sus propias comunidades”*. El Proyecto ORMAX ganó el Premio de la categoría 2 en el año 2013.

Una de las cosas más inspiradoras sobre los ganadores de los premios Agua, Fuente de Vida ha sido la forma en que la gestión sostenible del agua puede unir a las comunidades. La ciudad de Kumamoto no tenía más remedio que involucrar a los granjeros cuando se dio cuenta de que los niveles freáticos estaban bajando y se habían contamina-



**Fig. 5. Entrega del premio a la categoría II por el Proyecto IWMI-Tata.**

do. Como los principales usuarios del agua, si los agricultores no se involucraban en el proceso, éste no funcionaría. Y lo que se sugirió fue algo heterodoxo. Kumamoto comenzó a inundar los campos de arroz no utilizados para mejorar la recarga natural de agua.

Said Seio Utsunomiya de la oficina de asuntos internacionales de Kumamoto, *“Gracias a nuestros esfuerzos, utilizamos pesticidas menos químicos en la agricultura, esperando mejorar la salud de las personas. Y hemos estado sembrando árboles de hoja ancha para fomentar la biodiversidad. Ahora, la gente sabe lo importante que es comprar productos locales, tanto para sostener la economía local como para reducir la huella de carbono de nuestros alimentos”*.

Toda la comunidad se ha comprometido con la limpieza de los viejos campos de arroz y la plantación de árboles. La gente está orgullosa de sus productos locales, y están dispuestos a involucrar a sus hijos a ser más conscientes de su agua subterránea pura y cómo ésta debe ser protegida. Éste no es un esquema de solución rápida –los premios Agua, Fuente de Vida han demostrado consistente-

mente que las soluciones coyunturales son insostenibles–.

*“Planeamos década a década. Vamos a completar la primera década de nuestro proyecto este año. Los subsidios a los agricultores para inundar sus tierras continuará; todo el proyecto continuará por ahora, lo que demuestra nuestro éxito. Pero cada década se revisará el proyecto, y estudiaremos dónde podremos mejorar. En el futuro, vamos a ampliar nuestros esfuerzos a ciudades vecinas, y más empresas vendrán aquí. Esto no será una carga, ya que podrán ayudar. Nuestro Premio Mejores Prácticas de la ONU se ha convertido en un símbolo y eso ha animado a la gente a tomar en serio estos esfuerzos.”*

El sistema ampliado de la gestión de las aguas subterráneas de la cuenca de Kumamoto mediante medios naturales ganó el premio en la categoría 1 en 2013.

Otros ganadores de los premios nos han mostrado cómo hacer frente a los dramáticos cambios que ocurren con la urbanización. El proyecto de



**Fig. 6. Entrega del premio a la categoría II por el Proyecto ONE DROP.**

eThekwini Agua y Saneamiento en Durban, Sudáfrica, era necesario para abordar la dramática afluencia de la población rural que fue expandiendo la ciudad más rápido que la que sus instalaciones de agua y saneamiento podían hacer frente.

*“No podíamos mirar hacia el pasado, incluso si hubiéramos querido. Los procesos fueron diferentes, como fueron los desafíos. Varios cientos de asentamientos informales habían surgido, comunidades esencialmente en transición. Un millón de personas que viven en chabolas. Como solución provisional tuvimos que instalar contenedores con duchas y aseos. Esta fue una solución única para una situación única.”*

Este fue un gran cambio para un país que se había centrado anteriormente en intervenciones de clase mundial para una élite rica, mientras que los pobres eran a menudo dejados sin servicio. Este enfoque ha llevado a comunidades más sostenibles.

*“Ahora no existe más la defecación en abierto, por lo que la salud de la familia es mejor. En Sudáfrica, teníamos una cultura de servicio del primer mundo. Tuvimos que cambiar nuestra forma de pensar para centrarnos en las comunidades pobres, e involucrarnos y hablar con ellos. Tomamos riesgos responsables para crear aquello que la gente realmente necesita—a través de un proceso formal de diálogo donde hicimos cosas que nunca se habían hecho antes—. Una vez que identificamos lo que se necesitaba creamos tecnología innovadora para acercar los servicios a los pobres.”*

Este “enfoque basado en la participación y el aprendizaje para la concienciación sobre el Agua y el Saneamiento” ganó la categoría 2 en el año 2011.

Al trabajar con los tomadores de decisiones y la política, en lugar de las intervenciones que aportan beneficio directo a la gente, el Programa de Política del Agua de IWMI-Tata podría fácilmente haber pasado desapercibido por el radar si no hubiera sido por su Premio en la categoría 1 en 2014. Sin embargo, su trabajo ha impactado a millones de vidas favorablemente.

En palabras de Tushaah Shah, director del proyecto, “Gracias a este proyecto, de 40 a 50 millones de personas tienen un mejor acceso constante a la electricidad y el agua subterránea. [1] Pero ellos no lo relacionan con la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.”

*dricos –GIRH– o nuestro trabajo. Los agricultores no son nuestro mercado objetivo, hablamos con los responsables políticos. Así los primeros no reconocen nuestro trabajo, pero sí disfrutaban de sus beneficios.”*

Este es uno de los grandes legados de los cinco años en los que se ha concedido los premios Agua, Fuente de Vida –dar dimensión y prominencia públicas a proyectos que van más allá del dominio público–. Y gracias al éxito de este proyecto y otros como él: *“Hoy en día existe un mayor interés por soluciones basadas en la ciencia y la técnica.”* [2] *La ciencia se divorció de la toma de decisiones y hemos conseguido cerrar la brecha. Existe una mayor aceptación de las ideas y la colaboración en la gestión de los sistemas de agua.*

*Más recientemente hemos llevado a cabo una investigación en la mejora de la colaboración y la cooperación. Hace diez años, cuando comenzamos este proyecto, no comprendíamos el arte de dirigir mensajes políticos a los tomadores de decisiones. Estamos en una mejor situación ahora.”*

Cada año los proyectos traen innovaciones frescas, basándose en el trabajo de años anteriores. Los ganadores más recientes incluyen el octavo año de la dramática regeneración de la zona que rodea las instalaciones de energía hidroeléctrica más grande del mundo en Itaipú Binacional –con su proyecto Cultivando

Agua Boa–, que fue premiado en la categoría 1. Y un programa escolar potenciador del currículo dirigido por el Departamento sudafricano de Agua y Saneamiento y la Sociedad de la Vida Silvestre y del Medio Ambiente de Sudáfrica (WESSA), que compartió el premio en su Categoría 2 (por primera vez) con el proyecto ONE DROP de la India, que utiliza habilidades de circenses y el teatro para crear conciencia de los problemas de agua y saneamiento.

Dice Jacques Rajotte, Director de Operaciones y Director de Innovación de ONE DROP *“En cada uno de estos pueblos identificamos un grupo de artistas, así como herramientas de arte sociales, así que dependiendo de los temas que abordamos, aquellas comunidades consiguen conocer o tener una idea general acerca de la cuestiones abordadas. También llevamos a cabo talleres, e intervenciones más largas en aquellas comunidades en las que percibimos que los desafíos son mayores. En estos casos, los miembros del equipo del proyecto van a esas comunidades para cuatro o cinco días, con una caja de herramientas de los posibles proyectos de arte social que pueden utilizar. Y empiezan a interactuar con la comunidad y sobre la base de esas conversaciones, y el uso de estas intervenciones de arte diseñadas específicamente propician que la comunidad dialogue entre sí y que cada vez más consciente del problema*

*de saneamiento, al darse cuenta de que si tienen una carencia en lo que respecta al agua se trata de un tema relativo a la supervivencia de su propia comunidad y la de sus hijos.”*

En conclusión, los premios Agua, Fuente de Vida han traído un muy necesario reconocimiento a los proyectos de agua y saneamiento vitales en todo el mundo. Pero aún más, han dado luz sobre las mejores prácticas en diversos temas: en la seguridad del agua, la higiene, la gestión de los recursos hídricos y la relación entre el agua y los responsables políticos, el agua y las ciudades, el agua y un mundo cambiante, el agua y el desarrollo sostenible.

Los casos de estudio de estos proyectos son de gran valor para el mantenimiento de las prácticas de gestión sostenible del agua para la consecución de un mundo sostenible. Esperamos ver el cambio de vida que las futuras soluciones ganadoras puedan ofrecer.

#### **Josefina Maestu**

Directora de la Oficina de las Naciones Unidas de apoyo al Decenio Internacional para la Acción: El Agua, Fuente de Vida 2005-2015

#### **Gareth George**

Consultor en la Oficina de las Naciones Unidas de apoyo al Decenio Internacional para la Acción: El Agua, Fuente de Vida 2005-2015



#### **Notas**

[1]. Al proporcionar una fuente de energía regular y fiable, JGY hizo posible que los agricultores mantuvieran sus horarios de riego, ahorraran agua, redujeran los costes de mantenimiento de la bomba, realizaran la actividad de manera más eficiente y ampliaran rápidamente la agricultura de regadío. Mientras que el PIB de la agricultura creció en poco menos de 3 por ciento anual para la India en su conjunto, Gujarat obtuvo casi un 10 por ciento de crecimiento desde el inicio

del proyecto en 2003, el más alto en la India. El programa ha tenido tanto éxito que el gobierno de la India lo ha convertido en su programa bandera en su 12º plan quinquenal para el sector eléctrico.

[2]. Este es sólo un ejemplo de cómo el ITP mostró que a pesar de haberse llevado a cabo una gran cantidad de investigación científica potencialmente útil en la India, a menudo ésta no llega a los responsables políticos –que están dispuestos y deseosos de aprender

de la ciencia– porque ni los objetivos de la investigación ni el diseño de la misma se formularon con esos objetivos en mente.

#### **Referencia**

– [http://www.un.org/waterforlifedecade/images/waterforlifevoices/Water\\_for\\_life\\_completo.pdf](http://www.un.org/waterforlifedecade/images/waterforlifevoices/Water_for_life_completo.pdf)

# WATER AND SANITATION THE PATHWAY TO A SUSTAINABLE FUTURE

THE NEGOTIATION OF A NEW SET OF GLOBAL DEVELOPMENT GOALS IN 2015 PROVIDES A UNIQUE OPPORTUNITY TO MAP A PATHWAY TO A BETTER FUTURE FOR THE PLANET AND ALL OF ITS PEOPLE.

**GOAL 6 — ENSURE AVAILABILITY AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WATER AND SANITATION FOR ALL — IS CENTRAL TO REALISING THIS VISION**

SEE BELOW HOW MEETING INDIVIDUAL TARGETS IN GOAL 6 WILL DRIVE PROGRESS ACROSS THE WHOLE SPECTRUM OF SOCIAL, ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SDGS.



## 6.1 SAFE DRINKING WATER



EVERY **15 SECONDS** A CHILD DIES FROM A PREVENTABLE **WATER BORNE DISEASE**



**200 MILLION HOURS** = THE TIME **WOMEN & GIRLS** SPEND FETCHING WATER EVERY DAY



## 6.6 WATER-RELATED ECOSYSTEMS



**GROUNDWATER** PROVIDES **DRINKING WATER** TO AT LEAST **50%** OF THE GLOBAL POPULATION



THE EFFECTS OF **CLIMATE CHANGE & URBANIZATION** WILL IMPACT THE **WATER-CYCLE** - INCLUDING VITAL **GROUNDWATER** RESERVES



## 6.2 SANITATION AND HYGIENE



MORE THAN **1 IN 3** PEOPLE HAVE NO ACCESS TO IMPROVED **SANITATION**. **1 IN 7** STILL PRACTICE **OPEN DEFECATION**



SOME COUNTRIES **LOSE AS MUCH AS 7%** OF **GDP** BECAUSE OF INADEQUATE SANITATION



## 6.5 INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT



**2/3** OF THE WORLD'S POPULATION COULD FACE **WATER STRESS** BY 2025



ACCESS TO **WATER** POSES THE BIGGEST **SOCIETAL AND ECONOMIC RISK** OVER THE NEXT TEN YEARS



## 6.3 WATER QUALITY



OVER **80%** OF **WASTEWATER** WORLDWIDE IS DUMPED — **UNTREATED** — INTO WATER SUPPLIES



**2 MILLION TONS** = AMOUNT OF **HUMAN WASTE** DISPOSED IN **WATER COURSES** EVERY DAY



## 6.4 WATER EFFICIENCY



**70%** = AMOUNT OF TOTAL **WATER CONSUMPTION** USED FOR **AGRICULTURE**



**85%** = INCREASE IN **WATER DEMANDS** CAUSED BY RISING **ENERGY PRODUCTION** BY 2035



### KEY: LINKED GOALS



END POVERTY (SDG 1)



END HUNGER (SDG 2)



HEALTHY LIVES (SDG 3)



QUALITY EDUCATION (SDG 4)



GENDER EQUALITY (SDG 5)



SUSTAINABLE WATER & SANITATION (SDG 6)



ACCESS TO ENERGY (SDG 7)



SUSTAINABLE GROWTH (SDG 8)



RESILIENT INFRASTRUCTURE (SDG 9)



REDUCE INEQUALITY (SDG 10)



SUSTAINABLE CITIES (SDG 11)



SUSTAINABLE CONSUMPTION (SDG 12)



CLIMATE CHANGE (SDG 13)



SUSTAINABLE OCEANS (SDG 14)



SUSTAINABLE ECOSYSTEMS (SDG 15)



INCLUSIVE SOCIETIES (SDG 16)



GLOBAL PARTNERSHIP (SDG 17)



The UN Water logo features a white wavy line above the text "UN WATER" in a white, sans-serif font.

UN WATER

At its 19th Meeting  
(29-31 August 2013),

UN-Water confirmed  
the World Council of Civil Engineers  
as UN Water Partner.



Committed  
to human  
welfare

# AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE:

## RETOS PARA LA INGENIERÍA CIVIL

Tomás A. Sancho Marco



**DESCRIPTORES:**  
WCCE  
AGUA  
SOSTENIBILIDAD  
OBJETIVO 6  
GIRH  
GESTIÓN DE CONFLICTOS

### INTRODUCCIÓN



Desde una perspectiva de sostenibilidad, alejada de estrategias a corto plazo (buscadoras de éxitos efímeros que luego se muestran como decisiones erróneas y se trocan en lamentos por los errores cometidos y oportunidades desperdiciadas), debemos hacernos una pregunta: *¿Qué futuro queremos?*

Entre los fenómenos mediáticos, que llegan a la gente y crean opinión, hemos tenido recientemente dos muestras de cómo resolver con medidas drásticas un futuro que se adivina insostenible: la novela best seller *Inferno*, y la película de cine *Kingsman, the secret service*. En ambas se muestra cómo unos pocos (pertenecientes a la reducida élite del poder) diseñan planes trágicos para eliminar a una gran parte de la humanidad, como solución a los problemas de sostenibilidad de nuestro planeta. Otra parte de la creación de opinión se alinea con la búsqueda de nuevos espacios de vida en el espacio, en otros planetas, y así surge otra línea de novelas y películas (*Interstellar*, *Gravity*, *Avatar*, *Marte*...) que intentan alimentar esta posibilidad, superando el pesimismo de otras producciones de futuribles como *El planeta de los simios*, *Divergentes*, *Elysium*... Otras voces autorizadas, como la del Papa Francisco, y más centrados

en la realidad de nuestro mundo, se han levantado para pedir un uso más racional y sostenible de los recursos naturales que tenemos a nuestro alcance,[1] aludiendo a un concepto de ecología integral en la que se incorporen las dimensiones humanas y sociales.

El WCCE (Consejo Mundial de Ingenieros Civiles) está involucrado en el proceso del Pacto Global de las NNUU, y su compromiso de sus firmantes para gestionar adecuadamente sus impactos sociales, incluyendo los derechos humanos, las condiciones de trabajo, el medio ambiente y la prevención de la corrupción. También estamos comprometidos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible –ODS– aprobados el pasado Septiembre por la Asamblea General de Naciones Unidas, y con las acciones en discusión para la Conferencia de las Partes, COP-21 de París, de diciembre de 2015.

Estamos, pues, ante una cuestión que es decisiva para nuestro futuro y que abarca numerosos campos de actividad de los ingenieros civiles. Nuestra profesión, la ingeniería civil, se ha comprometido con el mandato social de crear un mundo sostenible y mejorar la calidad de vida global,[2] y para ello servimos de manera competente, colaborativa y ética como maestros expertos:



- Planificadores, diseñadores, constructores y operarios del motor económico y social de la sociedad: el medioambiente construido;
- Custodios del medio ambiente natural y del uso eficiente y adecuado de sus recursos;
- Innovadores e integradores de ideas y tecnología en los sectores público, privado y académico;
- Gestores de los riesgos y las incertidumbres causados por acontecimientos naturales, accidentes y otras amenazas; y
- Líderes en debates y decisiones que conforman la política pública ambiental y de infraestructuras.

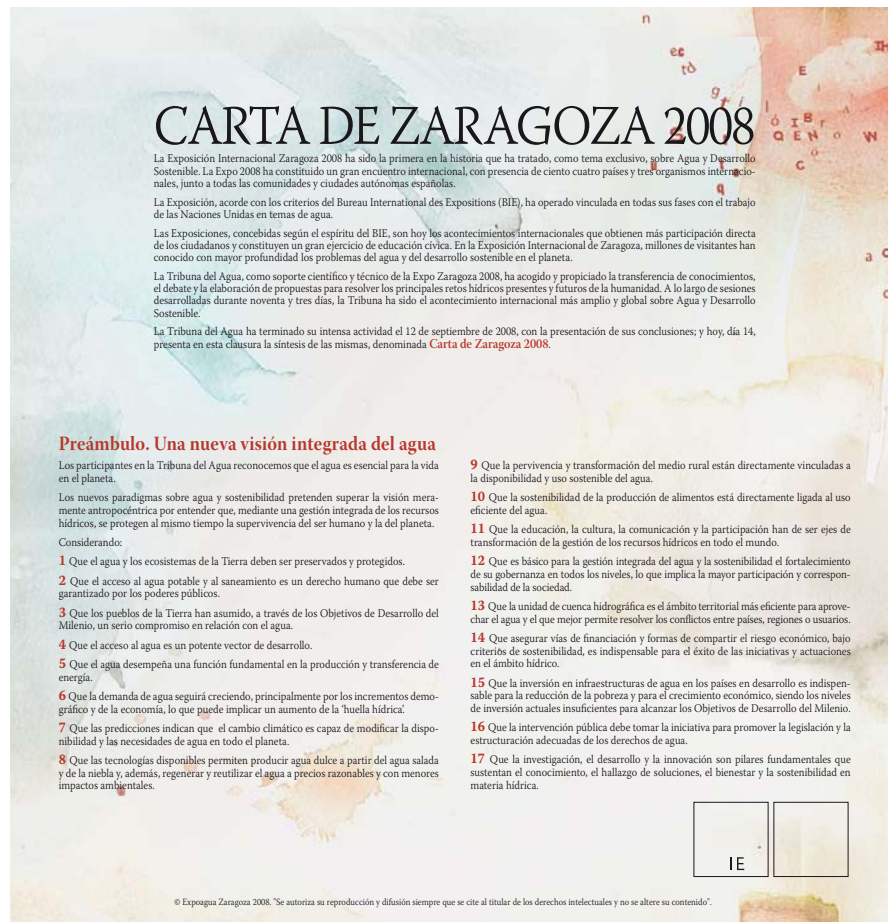
Específicamente en lo relativo al agua y desarrollo sostenible, el WCCE recogió el legado de la Exposición Internacional de Zaragoza de 2008 y de su Tribuna del Agua, que concluyó con la Carta de Zaragoza,[3] suscribiendo a tal fin un Acuerdo para que este legado contribuyera a mejorar la gestión del agua y la sostenibilidad en el mundo.

## PRINCIPALES METAS Y DESAFÍOS

Existen signos inequívocos de que el crecimiento que hemos impulsado no se ha conciliado adecuadamente con los requisitos de la sostenibilidad.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible que se han adoptado en 2015 ofrecen una ocasión única para que los países impulsen avanzar en una variedad de temas críticos para el desarrollo político, socioeconómico y ambiental. En particular, la propuesta actual de un Objetivo específico dedicado al agua (n° 6): *“Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”*.

Las metas específicas contenidas en este Objetivo 6 son:



- 6.1. Para 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos.
- 6.2. Para 2030, lograr el acceso equitativo a los servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial

- atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones vulnerables.
- 6.3. Para 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de

## DESARROLLO SOSTENIBLE ¿Lo estamos haciendo?



Segunda mitad del siglo XX: procesos de crecimiento y globalización de la economía.

### Aparición de grandes problemas ambientales globales:

- Cambio climático (aumento de la Tª media de 1 a 3,5 °C para el 2010)
- Pérdida de biodiversidad (11.165 especies en peligro de extinción)
- Disminución del espesor de la capa de ozono (2 a 3 % anual)
- Desertización (deforestación de 15 millones de Has en los años 80)
- Lluvia ácida
- Etc.

### Ocurrencia de catástrofes:

- Vertidos petrolíferos del Erika, Exxon Valdez, Prestige, Caribe
- Contaminación por mercurio en la bahía de Minamata
- Accidentes de Bhopal, Seveso o Aznalcóllar
- Chernobil, Fukushima
- Etc.

materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial.

- 6.4. Para 2030, aumentar sustancialmente la utilización eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir sustancialmente el número de personas que sufren de escasez de agua.
- 6.5. Para 2030, poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.
- 6.6. Para 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.
- 6.7. Para 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, incluidos el acopio y almacenamiento de agua, la

desalinización, el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos, el tratamiento de aguas residuales y las tecnologías de reciclaje y reutilización.

- 6.8. Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

Que como vemos incluyen como pilar fundamental de acción la GIRH –Gestión Integrada de los Recursos Hídricos– (metas 6.4 y 6.5).

Los gestores, tanto si están en el sector público como privado, tienen que afrontar difíciles decisiones en la asignación de los recursos hídricos, pues tienen que conjugar decrecientes aportaciones de agua con demandas siempre crecientes.

El crecimiento demográfico y el cambio climático incrementan la presión sobre los recursos hídricos. El tradicional enfoque fragmentado no es viable por más tiempo, y se impone un cambio de paradigma: ahora resulta esencial un enfoque holístico de la gestión del agua.

El enfoque de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos está ya globalmente aceptado como el camino a seguir en adelante para alcanzar un desarrollo sostenible, eficiente y equitativo, así como para conseguir

la gestión de los limitados recursos mundiales de agua y resolver los conflictos entre las distintas demandas.

Así lo entendimos 7 Organizaciones globales que en la Declaración de Chengdu 2013 sobre Seguridad Global en el Agua,[4] pusimos el acento sobre las exigencias que suponen la escasez de agua y reclamamos una acción conjunta en los campos de la política, de la educación, de la investigación y de la práctica.

Las sociedades humanas son a menudo responsables de la degradación de la calidad de los recursos hídricos. Por ejemplo, cada día vierte más de 2 millones de toneladas de aguas negras y residuales procedentes del uso industrial y agrícola en masas de agua del planeta.

Debemos manejar la sostenibilidad del agua de modo que todo el mundo tenga suficiente agua para beber y para mantenerse limpio y sano; que los productores de alimentos tengan agua suficiente para satisfacer las demandas de las poblaciones en crecimiento; que las industrias puedan tener agua suficiente para sus necesidades; y que los países garanticen un suministro estable de energía.

El agua no puede ser un factor limitante del desarrollo económico-social de los territorios y, por otra parte, no se puede realizar un impacto ambiental grave en los ecosistemas hídricos. Además debe tenerse en cuenta la sostenibilidad, por la cual debemos entender su viabilidad de prolongarse en el tiempo, y en un contexto de solidaridad con las generaciones futuras, a las que no podemos dejar un escenario de inequidad social, ni de hipoteca económica desproporcionada, ni de agotamiento de recursos naturales vitales como el agua.

La escasez de agua tiene dos vertientes: una primera, en la que debido a una carencia de infraestructura no se pone a disposición de los usuarios la que sería técnica, económica y ambientalmente posible, y otra segunda, en la que aun teniendo disponible toda la que es posible téc-

nica, económica y ambientalmente, existen un mayor número de usuarios expectantes o ya implantados sin recursos a disposición.

Por tanto, la actuación pasa por impulsar todas aquellas actuaciones que permitan una mejor gestión de la oferta, en cualquiera de sus facetas (incremento de regulación de aguas superficiales, utilización de aguas subterráneas e incremento de uso conjunto con las superficiales, reutilización, desalación) de modo que cuando técnicamente y ambientalmente sea viable, la disponibilidad del agua no sea estrangulada de modo ilógico y siempre en perjuicio de los potenciales usuarios de menor capacidad económica, en primer lugar, y del medioambiente asociado a los ecosistemas hídricos, por añadidura.

Tan importante o más es desarrollar una adecuada gestión de la demanda. Si no se procede así, y sea cual sea la gestión de la oferta, al final siempre faltará agua, al menos en un país con las singularidades de España. Esta gestión de la demanda se consigue, en primer lugar, mediante medidas legales, seguidas de su efectiva aplicación práctica por parte de todos los actores, haciendo jugar un papel protagonista a los propios usuarios.

En el estudio que la premio Nobel Ellinor Ostrom realiza en 1990 sobre la gestión de la pesca, los pastizales y los recursos hídricos por las comunidades locales,[5] nos muestra que los propios usuarios pueden evitar *la tragedia de los comunes* en el momento en que ellos mismos gestionan el recurso. *La tragedia de los comunes*[6] (Hardin, 1968) simboliza la inevitable degradación del medio ambiente cuando los individuos usan en común un recurso escaso y los comportamientos oportunistas priman sobre los intereses colectivos. Estos comportamientos oportunistas entran en una espiral de aumento de aprovechamiento individual, de degradación del recurso y de tragedia para los que viven de él.

**2013 Chengdu Forum of International Water Organizations**

**Global Water Security Declaration**

**Water scarcity is on the rise**  
Water resources, people and economic activities are unevenly distributed around the world, which makes freshwater scarce in many areas. Water scarcity is most arid and semi-arid areas is intensifying with time, due, in large measure, to population growth and economic activity. Many parts of the world face water scarcity due to the lack of adequate water resources, human and institutional capacities to adequately govern and manage water and/or the economic means to develop water resources. The Global Risks 2013 report of the World Economic Forum identifies the water supply crisis as one of the two most likely high-impact risks of current times.

**Water security means minimizing water related risks**  
Water security can be defined as the capacity of a population to safeguard access to adequate quantities of water of acceptable quality for sustaining human and ecosystem health, and socio-economic development and to ensure efficient protection of life and property against water related hazards (floods, landslides, land subsidence) and droughts. Hence, water security is the assurance of uninterrupted water supply in sufficient quantity and adequate quality to meet the water needs of domestic water consumption, food production and water-dependent economic activities that are essential for the welfare of a community, and in conformance with the principles of sustainable development. Globally, increasing demand and competition for limited water resources, including groundwater, has drawn increasing attention to water security. Climate change has also accentuated the need for managing hazards associated with extreme hydrologic events, such as floods and droughts, but also to increase the reliability of the supply for all uses, including the environment.

Water security hinges upon balancing water supply and demand, both of which change over time, and avoiding the unsustainable over-abstraction of water. The supply of water can decrease due to the depletion of non-renewable water resources or degradation of water quality, climate change, or various other anthropogenic activities such as land use changes that affect the hydrologic cycle, such as land use changes. Water supply can increase through the development of new water resources. Water demand can increase as a result of population and economic growth. It can be managed through conservation, increased water use efficiency, economic measures, and agricultural and trade policies and practices. Achieving the optimal equilibrium between water supply and water demand, without compromising future water security, is the central goal of water management. Achieving this goal requires adequate human and institutional capacities, as well as cooperation between stakeholders at the local, regional and international levels.

**Demand management is essential for water security**  
The Integrated Water Resources Management (IWRM) approach has now been accepted internationally as the way forward for efficient, equitable and sustainable development and management of the world's limited water resources and for coping with conflicting demands. In general, water supply augmentation is challenging and often not an option. Many countries and regions, other than sub-Saharan Africa, facing water scarcity have already fully developed their water resources beyond sustainable levels, resulting in rivers running out of water by the time they reach the sea, lakes shrinking in size and groundwater wells running dry. Non-conventional ways to augment the water supply include recycling, desalination and, at a small scale, water harvesting. Theoretically, desalination offers the potential of unlimited water supply to areas near the ocean, or other saline water bodies, but its feasibility depends on the availability and cost of energy which remains high, despite technological advances in membrane technologies based on reverse osmosis. In many areas, demand management offers the only viable solution for sustainable development. Demand management aims at influencing attitudes and consumption patterns towards more efficient and cost effective water use. It is often practiced through a combination of economic, technical and administrative measures, with educational and social interventions also playing a role. Economic measures include valuing and pricing mechanisms and other incentives for reducing water use. Technical measures include conservation and increasing water use efficiency and water reuse. Adopting such measures is critical for the viability and community acceptability of new projects built in parts of the world where water is scarce.

**We, the undersigned associations, therefore call for joint action to improve global water security**  
Policy. There is an urgent need to increase cooperation on water by working together and with other global organizations, such as UNESCO, FAO, the Global Water Partnership and the World Water Council, to inform policy makers about current and emerging threats, and promote solutions and strategies to ensure water security.  
Education. Promote formal education on water issues at all levels and raise capacities among key stakeholders and the general public. Academic and association members will be encouraged to contribute to the strengthening of educational systems, including curricula and teaching materials that would serve this goal. The concept of virtual water and the water footprint can be used to help the public better understand the impact of everyday choices on global water security.  
Research. Promote thematic research (including the development of modeling techniques) in areas including climate / land / surface water / groundwater interactions, monitoring systems and methods for water management, increased water use efficiency in domestic appliances, industrial equipment and processes, and agriculture; water recycling and reclamation and management of the byproducts formed during the management of the water cycle.  
Practice. Engineers and other professionals can contribute to greater water security through the design of sustainable hydro-environmental systems, including enhancing water use efficiency in agriculture and industries, such as power generation, mining, and oil and gas production and processing.  
**We endorse the above principles and commit to collaborating with all partners and stakeholders that share this common vision.**

**Approved on the 9th of September 2013 in Chengdu, China.**  
Signed on the occasion of the 35th IAHR World Congress by:

International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR)  
World Council of Civil Engineers (WCCE)  
International Commission on Large Dams (ICOLD)  
International Water Resources Association (IWRA)  
International Commission on Irrigation and Drainage (ICID)  
International Association of Hydrological Sciences (IAHS)  
World Association for Sedimentation and Erosion Research (WASER)  
United Nations Secretary-General's Advisory Board on Water and Sanitation (UNSGABS)  
In the presence of UNESCO's Natural Sciences Sector

**WCCE**  
WORLD COUNCIL OF CIVIL ENGINEERS

**ELEMENTOS DE POLÍTICA DEL AGUA**

**GUÍAS PARA DAR SOLUCIÓN**

**PROBLEMAS**

- Crisis de agua: Diagnóstico
- Déficit y escasez
- Hambre en el mundo
- Cuestiones clave del desarrollo
- Competencia por el agua
- Cuencas hidrográficas estresadas
- Problemas medioambientales
- Riesgos
- Cambio climático

➔

- Mejores números e indicadores
- Gestión integrada de recursos hídricos GIRH
- Gobernanza
- Planificación hidrológica. Planes inundaciones y sequías
- Ciclo urbano del agua virtuoso
- Inversión en agua e infraestructuras
- Otros: Agua Derecho humano, Prioridad en agenda política, Adaptación al Cambio Climático, creación Agencia Mundial del Agua

Para la gestión del agua, Ostrom se basa en los ejemplos de las huertas del Levante español, las *zajeras* filipinas y las subcuencas del estado de California. En su análisis, esta autora muestra que los usuarios de estos asentamientos han sido capaces de realizar una gestión sostenible y adecuada del agua mediante la implantación de instituciones robustas y perdurables en el

tiempo. Del estudio se concluye que la experiencia española de huertas, la participación de los usuarios en la gestión del recurso y su grado de asociacionismo de forma piramidal (comunidades de usuarios de microcuenca, comunidades generales de usuarios y juntas centrales de cuenca) constituyen experiencias de éxito que pueden ser de interés para otros países.

Así, debe intensificarse la gestión integrada de la oferta y la demanda, superando conceptos de visiones compartimentadas de ambas cuestiones, y propiciando un uso del recurso económicamente eficiente, ambientalmente aceptable, y que satisfaga las demandas que propicien la actividad socioeconómica necesaria en los diversos espacios territoriales.

## LA CONTRIBUCIÓN DE LA INGENIERÍA CIVIL

Los ingenieros civiles debemos y queremos aplicar las herramientas que conocemos y de las que disponemos para contribuir al desarrollo sostenible en todas las fases evolutivas de la infraestructura: en la planificación en

general, en la planificación de la gestión del agua y la energía, del urbanismo, de la movilidad y el transporte de mercancías y de la gestión de residuos en particular, así como en el diseño y en la construcción.

Quiero destacar aquí cinco ejes de contribución específica en los que los ingenieros civiles debemos y queremos contribuir al desarrollo sostenible en la esfera del agua.

## La planificación y gestión integrada del agua

La acción pública debe promover la planificación hidrológica estratégica y participativa, y la gestión integral de las aguas en todos sus ciclos, como bien socioeconómico y ambiental, procurando mantener la unidad de las cuencas hidrográficas para evitar o mitigar la escasez permanente o los excesos estacionales del recurso.

La Planificación Hidrológica debe extenderse de forma global y unitaria, a todo el territorio, y armonizarse con el resto de planificaciones sectoriales y con la Planificación económica general de forma expresa. Sus objetivos son aumentar la disponibilidad de agua para el desarrollo sostenible, proteger su calidad y racionalizar sus usos en armonía con el medio ambiente. La Planificación Hidrológica atiende a la calidad de vida y a la corrección de desequilibrios sectoriales y territoriales. Ha de tener un carácter de permanencia en el tiempo, y con proceso de revisión y actualización continua, introduciéndose la participación de los usuarios e interesados en el proceso planificador. Su base han de ser estudios técnicos, que adquieren la

mayor relevancia normativa: a partir de ellos se configurarían los demás ordenamientos sobre el agua. Como reflexiones adicionales sobre la planificación hidrológica:

- El agua debe ponerse al servicio de otras necesidades del hombre de la sociedad, coordinándose adecuadamente de manera especial con la alimentación y la energía.
- La planificación debe ser un proceso “de abajo a arriba”. Los procesos participativos son una garantía para la efectiva aplicación de las medidas decididas. En estos procesos debe ajustarse adecuadamente el alcance de los mismos (materias y grado), y respetarse el papel prioritario de los usuarios del agua, que deben colaborar especialmente en la gestión y resolución de los problemas y conflictos que se planteen, así como en la financiación de las medidas que se adopten.
- Los estudios de planificación y las medidas de gestión deben ser desarrolladas por los profesionales

cualificados para ello, con una visión holística y equipos interdisciplinarios, pero liderados por quienes más entienden de agua por haber sido específicamente formados para ello: los ingenieros civiles hidráulicos.

- Debe basarse en el ámbito geográfico natural marcado por las cuencas hidrográficas –y los acuíferos compartidos– superando las diferentes barreras administrativas y políticas (téngase en cuenta que una gran parte del territorio, de la población mundial y del recurso se encuentra en cuencas transfronterizas).
- La planificación hidrológica debe basarse en un estudio pormenorizado del recurso, de demandas existentes y potenciales, y debe adoptar decisiones en base a modelos desarrollados que permitan visualizar los efectos sobre el desarrollo, sobre la sociedad y sobre el medio ambiente.

Además señalar que la acción en materia de agua es lenta, y se acusa la



Fig. 6. El SEGA- Sistema Español de Gestión del Agua, un caso de éxito.

falta de políticas a largo plazo, necesarias para recuperar las inversiones hidráulicas. Todos los organismos y estudios declaran que las inversiones en agua son, social y económicamente, las más rentables, pero su plazo de maduración, definición, ejecución y puesta en servicio es largo, normalmente superior a los cortos ciclos de permanencia en sus puestos de los decisores políticos, que buscan su particular granero de votos en otras inversiones más visibles a corto plazo. Pero invertir en agua es rentable: según la OMS, aparte de la incuestionable mejora que ello supondría para millones de personas, existe un potencial beneficio económico de 3–34 dólares por cada dólar invertido en saneamiento y agua potable. En Estados Unidos, las publicaciones hablan de que el retorno de las inversiones hidráulicas, sólo por evitar daños ante fenómenos extremos, es del orden de 1 a 6 (coste a beneficio). Los datos estadísticos de España señalan que con 1 m<sup>3</sup> de agua aprovechado se genera una producción media de 27 € (para un coste medio inferior al euro).

España ofrece modelos de éxito para afrontar el crecimiento experimentado en el siglo xx, donde la población se ha urbanizado, se ha multiplicado por 4, y el consumo de

agua doméstico se ha multiplicado por 24. Hemos pasado de 900.000 hectáreas de regadío a 3.400.000 ha, de 200 megavatios de potencia hidroeléctrica instalada a 17.000 megavatios, de 296 km de canalización a decenas de miles de kilómetros de canales, de 57 grandes presas a más de 1.200, de unos consumos urbanos de 10 litros por habitante y día a otros de trescientos, se han creado los organismos de cuenca (Confederaciones Hidrográficas) para una mejor administración del agua, movemos cerca de 1 km<sup>3</sup> de agua anual en trasvases para garantizar la seguridad hídrica y corregir los desequilibrios...

Los hitos de la ingeniería hidráulica española a lo largo de su desarrollo histórico y los conocimientos adquiridos en el mismo, sitúan a España como una potencia líder y país puntero en soluciones y tecnologías para la gestión eficiente de agua y la tecnología hidráulica, siendo referente en planificación y gestión integrada de los recursos hídricos, así como en la utilización de recursos no convencionales, reduciendo el gasto energético.

Este avance en el campo de la tecnología del agua viene impulsado por una necesidad histórica, generada principalmente por sus características geográficas, siendo un país con un

balance hídrico delicado como consecuencia de un régimen de precipitaciones irregular. Esto ha provocado, a lo largo de nuestra historia, la agudización del ingenio de los responsables de la explotación del recurso y sus colaboradores. Pueden mencionarse grandes hitos como los inicios de la Ley de Aguas, allá por 1866, o la creación en España del primer órgano gestor de cuenca en el mundo, la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro, en 1926, que dio lugar a un modelo administrativo de gestión del agua seguido en muchos países.

Debe recordarse también que nuestro país es el cuarto del mundo en número de grandes presas, con cerca de 1.200 infraestructuras empleadas para regulación, laminación de avenidas o, de forma menos frecuente, usos recreativos.

De la misma forma, somos punteros en tecnologías para sistemas de abastecimiento, saneamiento y tratamiento de aguas haciendo especial hincapié en este último aspecto en la desalación y reutilización de aguas. La breve síntesis de la actividad histórica de la ingeniería del agua española

expuesta lleva a la conclusión de que ha alcanzado la excelencia y el reconocimiento internacional, no solo en abastecimiento de agua potable, sino también en modernización de regadíos, en tratamiento de agua, en desalación, reutilización de aguas regeneradas, etc.

El reto actual es afrontar la solución a la problemática planteada en cuanto a la escasez del recurso a nivel mundial, y que además esta solución se lleve a cabo desde un desarrollo sostenible que, indiscutiblemente, debe incluir la planificación hidrológica y la gestión integral del agua, en

la que, considerando imprescindible la participación pública, debe establecerse claramente el liderazgo por parte de profesionales de la ingeniería hidráulica que conduzcan el proceso para llevar a buen fin el mismo.

Es aquí donde hay que resaltar que la planificación hidrológica, la restauración medioambiental, así como el diseño y cálculo, mantenimiento y explotación de las infraestructuras hidráulicas para el aprovechamiento de agua, desde las estructuras de captación y regulación hasta las redes de distribución, pasando por las instalaciones de depuración y tratamiento

de aguas, requieren de la actuación de profesionales en la materia con unos conocimientos específicos adquiridos con una formación previa y una posterior experiencia en el sector de la ingeniería del agua.

Por desgracia, en los tiempos que corren, en no pocas ocasiones se minusvalora el papel de la ingeniería, cuando debiera recordarse que de su acción procede el gran desarrollo que ha tenido lugar durante el pasado, y que la ingeniería como motor de progreso que siempre ha sido supone una garantía de futuro para los retos que estamos encarando.

## El nexa entre agua, alimentación y energía

La humanidad enfrenta el reto de acabar con el hambre, en un momento en el que el crecimiento poblacional puede suponer un grave estrés hídrico en determinadas áreas del mundo. El regadío (junto con unas reglas de comercio internacional justas) es la mejor garantía para solventar las necesidades alimentarias de la población, pero se requiere mejorar su eficiencia y productividad.

Con carácter general, en la mayoría de países en vías de desarrollo la técnica de riego más empleada es el riego superficial por inundación, teniendo una baja implantación el riego localizado y bajísima el riego por aspersión.

Las grandes ventajas del riego localizado en cuanto su eficiencia, no sólo por el ahorro de agua sino por sus posibilidades de automatización y mejoras en la calidad de vida del agricultor pueden dar lugar a una tendencia a la modernización de regadíos en los países en desarrollo que la ingeniería, con su experiencia y saber hacer, hecho el cual debe asumirse como nuevo reto.

Dentro de este campo también puede incluirse la ejecución de obras de regulación, como pueden ser grandes presas o balsas de riego, necesarias para garantizar el agua a los regadíos.

La modernización de los regadíos hoy día existentes es clave para la sostenibilidad de nuestro planeta, tanto en clave de agua utilizada como en clave de calidad y buen estado de las masas de agua y sus ecosistemas asociados.

Por otra parte, el agua y la energía están fuertemente interconectadas. Los procesos de aprovisionamiento y consumo de agua requieren energía para su captación, transporte, tratamiento y regeneración, e igualmente, gran parte de los procesos energéticos más comunes necesitan agua, como conductor, refrigerante o en ciclos de vapor, etc.

El agua tiene un papel muy importante en la generación de energía. De auténtico motor en la producción de energía hidroeléctrica, hasta la refrigeración de las centrales térmicas. La energía es esencial para el suministro y tratamiento de agua (aproximadamente el 8% de la energía mundial se destina al agua) y aunque queda mucho camino para asegurar el acceso universal al suministro de agua y saneamiento, en muchos países en vías de desarrollo el suministro de energía es aún inferior. Más de 2.000 millones de personas en estos países no tienen acceso a la electricidad.

La relación entre agua y energía, no es a menudo considerada en la

planificación, o a nivel político. Es primordial integrar la gestión de estos recursos, porque permite mejorar el ahorro y eficiencia tanto en el uso del agua, como en el consumo de energía. Esto es a día de hoy de vital importancia en un contexto de crecimiento de la población mundial y por lo tanto de sus necesidades. Mejorando los sistemas energéticos no sólo podremos ahorrar energía, también el agua que se utiliza en su generación y si mejoramos la gestión del agua, ahorraremos parte de la energía invertida en su suministro.

A nivel mundial, se ha producido una importante apuesta por el desarrollo de energías renovables. Su objetivo fundamental es generar energía de manera eficiente y respetuosa con el medio, procesos que además permiten ahorrar una gran cantidad de agua. La ingeniería, como fruto de la Revolución Industrial, juega un papel primordial en este objetivo.

El panorama energético mundial ha quedado definitivamente condicionado en nuestros días por una importante cuestión: la preocupación por el cambio climático por causa de la emisión de gases de efecto invernadero. Hoy la población mundial es consciente de la necesidad de proteger

## EL AGUA ES LA CLAVE

El aumento de la producción a partir de la gestión de aguas para la agricultura será esencial a fin de garantizar el suministro alimentario en el mundo y la consecución de la seguridad alimentaria. El aumento de la escasez de agua y fenómenos de precipitaciones más intensos serán la característica de los cambios en el modelo general de la disponibilidad de agua como consecuencia del cambio climático. Estos cambios generan una grave amenaza a la producción agrícola estable, en particular, a las superficies regadas en forma continua en el mundo. Una amenaza secundaria es la pérdida de tierras productivas debido al aumento de aridez (y salinidad asociada), al agotamiento freático y al aumento del nivel del mar.

Proyectándose hacia 2030, las superficies regadas se verán sometidas a una creciente presión para elevar la productividad con respecto al agua, tanto para amortiguar la producción en secano más volátil como también para dar respuesta a la disminución de la disponibilidad del agua. La gestión de este riesgo de la producción frente a la creciente aridez y a los fenómenos de precipitaciones más variables exigirá sistemas de agricultura de regadío y en secano que se vuelvan más receptivos y flexibles en el enfoque.

A breve plazo, el ajuste progresivo de la operación en gran escala y los sistemas de drenaje serán esenciales para garantizar mayor intensidad de cultivo y para cerrar los espacios entre los rendimientos real y potencial. Los ajustes clave para mantener las zonas cultivadas en planes de regadío, incluyen:

- Optimizar el almacenamiento y la distribución operacionales mediante el abastecimiento de servicios de agua a pedido.
- Proteger las zonas equipadas de los daños producidos por las inundaciones y mantener las salidas de drenaje.
- Introducir prácticas de cultivo de agua más eficaces y ajustar las capacidades institucionales a fin de garantizar el funcionamiento del plan.

La negociación de las asignaciones y las afluencias de agua para la agricultura a través de las cuencas de los ríos entre los sectores competidores será un requisito previo esencial para el funcionamiento operativo mejorado y las ganancias en productividad.

Las inversiones bien dirigidas en los servicios de control del agua en pequeña escala y la mejora de los servicios en mayor escala junto con las reformas en las instituciones asociadas serán redituables a medio plazo. Otras estrategias que pueden usarse para aumentar la productividad del agua directamente o que tienen beneficios indirectos de ahorro de agua, incluyen:

- Reducción de la evaporación del suelo mediante la adopción de prácticas agrícolas de conservación.
- Plantación de variedades de cultivos más eficientes en cuanto al agua y más tolerantes a la sequía.
- Mejora de la fertilidad del suelo para aumentar el rendimiento por unidad de agua utilizada.
- Disminución del escurrimiento de la tierra cultivada.
- Reducción de los requisitos de agua de cultivo mediante cambios micro-climáticos y reutilización de las aguas residuales para fines agrícolas.

Por último, a más largo plazo, se necesita anticipar una transición a una agricultura de regadío con mayor precisión en las zonas afectadas por la escasez de agua y donde la agricultura comercial es posible.

el medio ambiente y emplear métodos no contaminantes en la producción de energía[7] (ver Figura 7).

El análisis global del binomio agua-energía, permite evaluar el importante coste que requiere la gestión integral del ciclo del agua. Cada metro de agua cúbico captado exige un gasto de energía unitario al que podemos denominar su huella energética. Aún a día de hoy, este concepto no se ha extendido en el

análisis de la inversión asociada a la planificación hidrológica, ya que se asume que es soportado por el usuario o consumidor final.

La huella energética del agua en un proceso determinado, se puede considerar como la suma de las unitarias de cada etapa del proceso y depende de las características del sistema al que se aplique. Por ello y aunque siempre se ha procurado mejorar los procesos para ahorrar energía, el potencial aho-

rrero de energía derivado de un uso más racional del agua es aún muy importante y sólo a partir de planteamientos globales se puede optimizar de ahorro conjunto de agua y energía.

Los problemas ligados al cambio climático se pueden dividir en cuatro aspectos fundamentales: los gases de efecto invernadero, la vulnerabilidad hidrológica, la mitigación del cambio climático, y la adaptación al mismo. El sector energético es un usuario

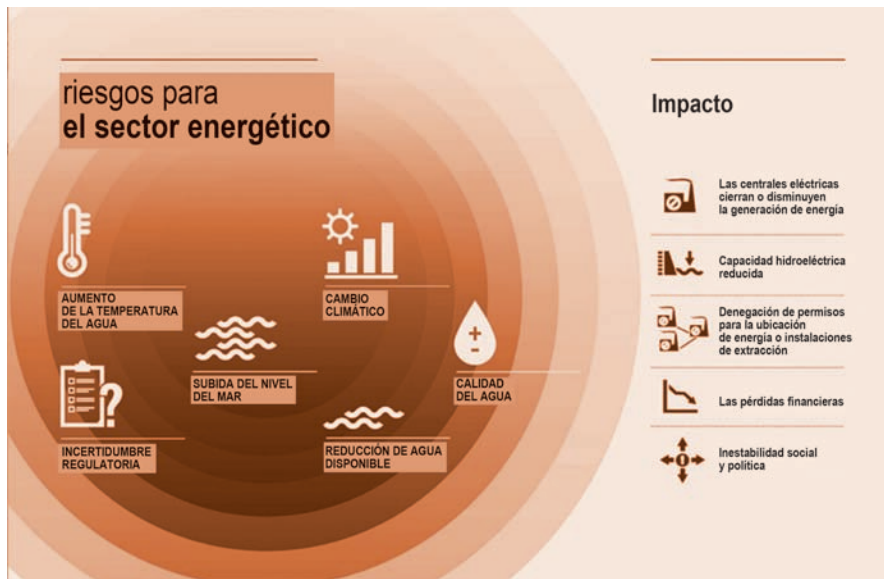


Fig. 7. El informe del Banco Mundial Thirsty Energy ha recalcado el importante papel del agua para garantizar el suministro energético.

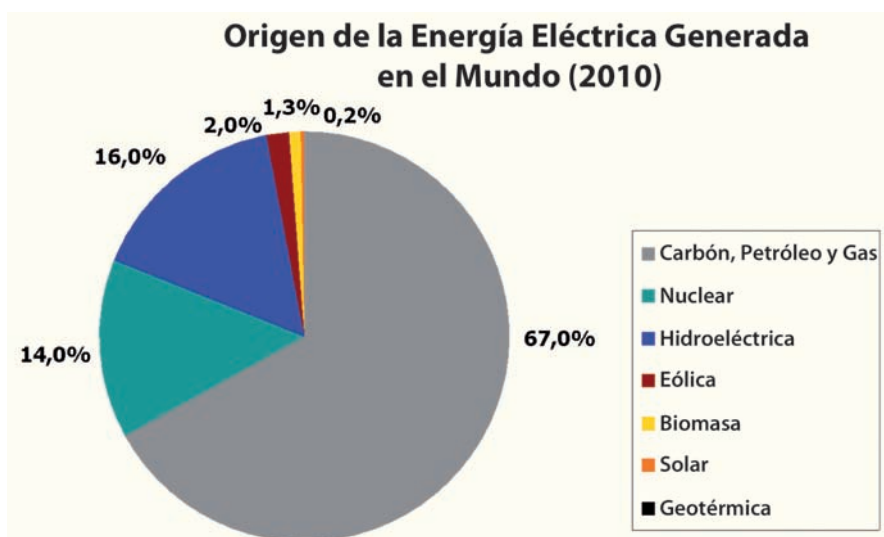


Fig. 8. Fuente: Agencia Internacional de la Energía (2011).

importante de agua y como ya se ha comentado y las políticas de agua y energía deben estudiarse en estrecha coordinación. La energía hidroeléctrica aporta soluciones en dos sentidos a este respecto. Por un lado genera energía limpia y por otro colabora al almacenamiento de agua dulce.

El mercado del CDM (Mecanismos de Desarrollo Limpio) está empezando a desempeñar un papel importante en el suministro de energía renovable para el mundo en desarrollo. Se prevé que el sector hidroeléctrico continúe siendo uno de los principales contribuyentes del mercado de créditos de carbono.

La energía hidroeléctrica es en la actualidad, el único medio a través del cual se puede integrar en el *mix* energético la energía procedente del Sol, el viento o el agua. Permite la integración segura de las energías renovables debido a la flexibilidad de las tecnologías de generación hidroeléctrica, que deben servir de respaldo a la complicada gestión de las fuentes renovables.

De la *energía hidroeléctrica* se puede decir que, es una tecnología *renovable, madura, probada, fiable y que actualmente tiene capacidad para generar mucha más electricidad que todas las demás fuentes renovables, juntas.*

La energía hidroeléctrica se utiliza en más de 150 países, con 11.000 centrales construidas y alrededor de 27.000 unidades de generación instaladas. La capacidad instalada en todo el planeta está en torno a 900 GW de potencia. A estas cifras se suma la potencia que se podría obtener, mediante sistemas reversibles (bombeo-turbina) en centrales ya existentes, estimado entre 120 GW y 150 GW.

La producción anual media de energía hidroeléctrica a nivel mundial está en torno a los 2.600 TWh, lo que representa aproximadamente el 16% del total de la energía producida.

Y aún hay un importante margen de crecimiento en generación hidroeléctrica, de manera segura y sostenible.



## La gestión de riesgos extremos: inundaciones

Entre 1985 y 2009, se han producido en el mundo casi 2.900 inundaciones significativas, a causa de las cuales han muerto más de 175.000 personas, y más de 2.600 millones han sufrido los efectos de una inundación. Sólo en 2009, los daños materiales ocasionados superaron los 7.700 millones de dólares.

En Europa, las grandes inundaciones que se produjeron entre 1998 y 2004 fueron la causa de que se pusiera en vigor una Directiva Europea sobre la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, después de que en ese periodo de tiempo se produjera la pérdida de más de 700 vidas humanas y unas pérdidas económicas superiores a 25.000 millones de euros.

Con los conocimientos actuales se ha puesto de manifiesto la procedencia de llevar a cabo una Gestión Adaptativa de las Inundaciones, tendencia hoy internacionalmente aceptada. Esto consiste en la aplicación de una serie de medidas encaminadas a reducir los efectos de las inundaciones. Unas de ellas más tradicionales, y otras más recientes y en línea con las infraestructuras verdes y medidas de gestión, lo que internacionalmente se ha dado en llamar "Green Water Defense" (GWD). [8]

El enfoque GWD hace un uso completo de la función del ecosistema (en sus formas de las fuerzas naturales y procesos) y busca equilibrar las medidas no estructurales y estructurales, así como promover un desarrollo efectivo de la tierra y el agua con una mejora del ecosistema.

Por ejemplo, cambios en usos de la tierra y el agua (en la capa de la Ocupación) pueden impactar positiva o negativamente sobre la salud y las funciones del ecosistema (la capa de Base) y conducir a nuevos requerimientos en el desarrollo de la infraestructura y su operación (la capa de Red). De manera similar, el pago por



## ENERGÍA HIDROELÉCTRICA: APROVECHAMIENTO UTILIZADO / ECONÓMICAMENTE VIABLE (2004)



Fig. 9. Fuente: LUIS BERGA, ICOLD, Presidente honorario.

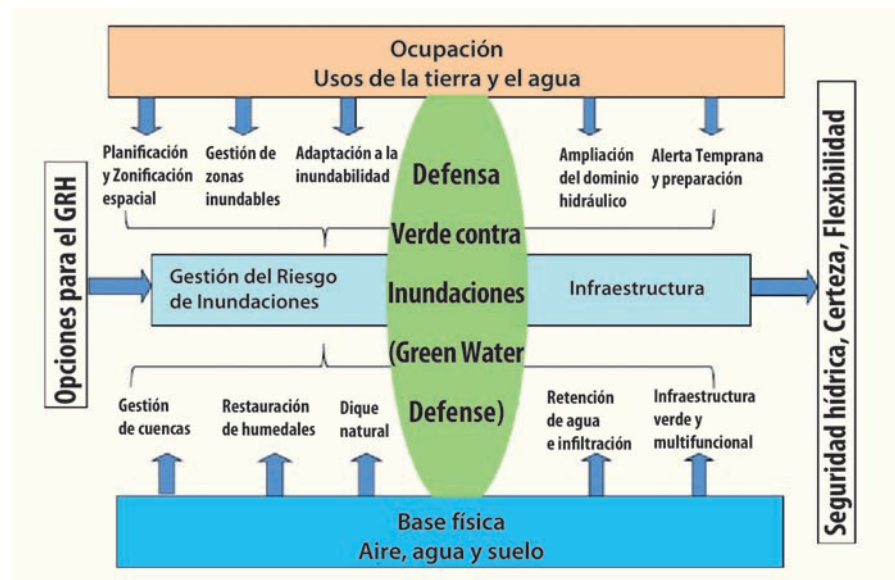


Fig. 10. Green Water Defense (GWD), marco conceptual.

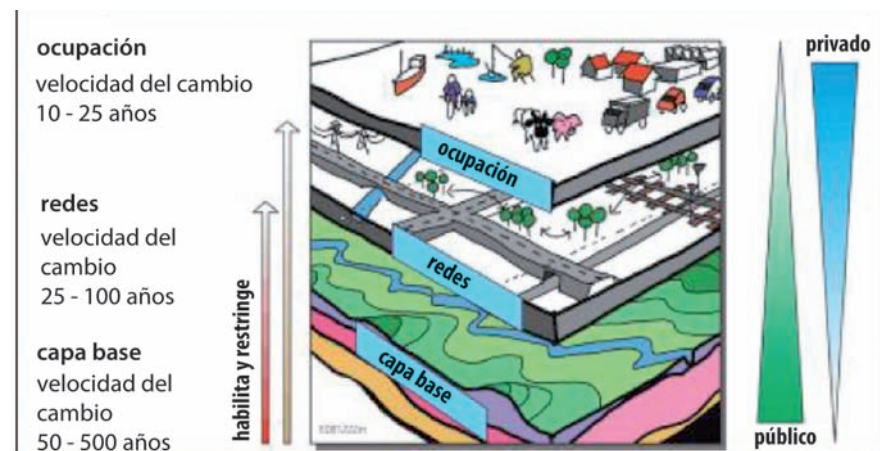
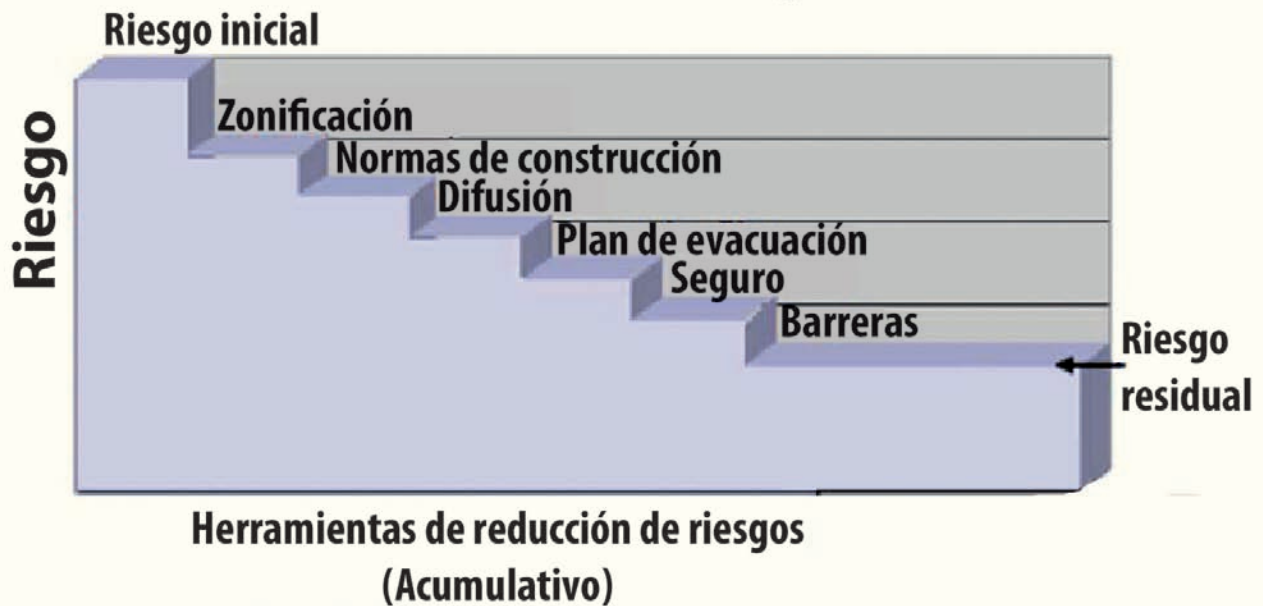


Fig. 11. El modelo de capas para los Deltas. Fuente: VROM, 2001.

# Gestión del Riesgo de inundación: El Nuevo Paradigma



**Todas las partes interesadas contribuyen a la reducción de riesgo!**

Fig. 12. La gestión del riesgo de inundación: el nuevo paradigma.

servicios ecológicos a través de la protección de los bosques manglares (en la capa de Base) permite a los agricultores vivir y cultivar a lo largo de las costas (en la capa de la Ocupación). Las tres capas espaciales ligadas por el concepto GWD, funcionan como un sistema dinámico para contribuir a la seguridad hídrica y a la flexibilidad. El enfoque GWD se adhiere al criterio de coste-efectividad para las opciones de asesoramiento y para la priorización y selección de medidas, basado en el concepto de “adquisición-reducción de riesgos” teniendo en cuenta los costes sociales y de medio ambiente así como los beneficios.

En Estados Unidos, para la defensa frente al riesgo, se ha adoptado un nuevo paradigma en esta misma línea, incorporando a la visión tradicional (presas y diques-encauzamientos) una serie de medidas no estructurales, y compartiendo la actuación entre todos los actores interesados (públicos y privados).[9]

La reducción del riesgo se ve claramente como colaboración entre los diferentes niveles de gobierno

y los ciudadanos afectados. Los interesados deben ser participantes activos en el proceso de definir, compartir, aceptar y elegir los niveles de riesgo. En este sentido, el público debe pasar de la visión tradicional de esperar que los ingenieros o expertos “resuelvan el problema”, o la ilusión de que de alguna manera las obras eliminarán los riesgos, a una nueva visión basada en aceptar estándares de riesgo mediante procesos muy basados en el consenso informado.

## Las ciudades inteligentes



Tenemos por delante, unos retos muy importantes que afrontar con respecto al agua, derivados del cambio global:

- a) El incremento poblacional y la concentración de la población en las urbes, que de un 50% actual pasará a albergar un 70% de la población mundial en el año 2050.
- c) El incremento de nivel de vida, que conlleva una mayor dotación

de agua por persona, y especialmente los países en desarrollo.

- d) La irregularidad espacio-temporal del recurso, que se prevé se incrementa a consecuencia de las tendencias que apuntan el cambio.

Para afrontar estos importantes retos hay que actuar, aplicando las soluciones adecuadas, en base a las experiencias de éxito conocidas y a la búsqueda de nuevas posibilidades hoy día existentes. En un reciente Taller del WCCE, auspiciado por España, se alcanzaron las siguientes conclusiones:

## Aspectos generales

- El agua para satisfacer las demandas básicas de abastecimiento y saneamiento:
- a) Supone, tanto actualmente como previsiblemente el futuro, un 13% de las demandas totales de agua a nivel mundial (600 km<sup>3</sup> hoy, 900 km<sup>3</sup> en el año 2030).

- b) Debe ser considerada un derecho básico de la persona, y como tal debe ser garantizado por los poderes públicos.
- c) Debe integrarse (y con más motivo por la creciente brecha existente entre recursos necesarios y recursos disponibles) en una Gestión Integrada de Recursos Hídricos –GIRH–, llevándose a cabo una planificación hidrológica estratégica y adecuada que:
  - 1º) introduzca las restricciones previas precisas por motivos ambientales
  - 2º) reserve y proteja las fuentes de mejor calidad para dotar el abastecimiento humano como primera prioridad.
- d) La disponibilidad real de estos recursos para el ciclo del agua en las ciudades, sin afecciones negativas y de manera sostenible:
  - Requiere una planificación previa y rigurosa, con horizonte temporal a 10 o 20 años.
  - Requiere una actuación y una financiación estable y a medio y largo plazo, con seguridad jurídica y financiera.
  - Requiere un exigente esfuerzo de ingeniería para la construcción de infraestructuras y para la gestión de las mismas, antes y después del uso del agua en la ciudad.
  - Requiere tener capacidad para intervenir en la planificación territorial y urbana.
  - Requiere actuar a una dimensión óptima adecuada, lo más integral posible, superior a la local, y con competencias definidas, para obtener las necesarias economías de escala y de alcance que permitan cubrir el servicio de manera eficiente.
  - Existe mucha ingeniería en el ciclo del agua: para hacer posible que en el agua salga por el grifo de los ciudadanos se despliega una gran actividad de ingeniería, tanto antes –para hacerla llegar en cantidad y

- con calidad fiables– como después –para evacuarla y tratarla adecuadamente–.
- En las ciudades, el servicio del agua debe llevarse a cabo con transparencia y con comunicación pública a los ciudadanos, permitiendo su participación en función de la materia y de su grado de interés.
- Es necesario adaptarse a la realidad local, tanto en la decisión del modelo de gestión a aplicar, la dotación a suministrar, el mecanismo de financiación como en la capacitación y gestión del conocimiento.

## Aspectos técnicos

- La reserva de agua embalsada (o disponible en acuíferos) es el indicador que más se relaciona con la garantía del suministro, y debe gestionarse previendo los ciclos de sequía hiperanuales.
- Los recursos alternativos (desalación, regeneración y utilización) son más caros y aumentan la dependencia energética, por lo que deben ser considerados como fuentes complementarias, no alternativas de sustitución.
- Es necesario controlar y monitorizar el recurso en cantidad y calidad.
- Se destacan los grandes beneficios de la *sectorización de las redes* (para

control de consumos, control de fugas, planificación de inversiones) y de las *conexiones y anillos de distribución*.

- Tan importante como el abastecimiento es el saneamiento y depuración de las aguas residuales, que incide en la sostenibilidad del recurso y en las condiciones sanitarias de la población. No se pueden dejar al futuro, desfasadas del abastecimiento, en cuanto se supera el nivel mínimo de subsistencia.
- Es muy importante la tecnificación de los sistemas y el dotarles de “inteligencia” que haga posible una mejor operación y gestión de los mismos, vía I+D+i y transferencia de conocimiento.

Nuestras ciudades deben avanzar hacia el concepto de las *Smart Cities*. Este concepto va más allá de la aplicación de las últimas tecnologías a las ciudades, pues deben incorporar los criterios de la Agenda 21 local y adaptarse a la idea estratégica de Europa 2020. Se requiere, entre otros aspectos, una visión global en la planificación, que considere aspectos como la escasez de recursos o el cambio climático, una visión descentralizada de la ciudad, con una importante participación de sus diferentes barrios; y una implicación de sus habitantes en la definición de su futuro.

## La mejora de la gobernanza



Por una parte, los ingenieros civiles queremos contribuir a la mejora de la gobernanza con una activa prevención de la corrupción, lacra que afecta a los contratos de obras públicas. La alianza que el WCCE ha establecido con GIACC –Global International Anti Corruption Centre–, la publicación de manuales de prevención de la corrupción en español e inglés y la celebración de talleres por los diversos países miembros van en esa dirección.

Por otra parte, también hemos de aportar a esta mejora de la gobernanza del agua aportando nuevos mecanismos y habilidades.

Los actores gubernamentales y no gubernamentales pueden conseguir los objetivos de la planificación y gestión del agua mediante la mejora de las relaciones entre ellos. En el ámbito de la cuenca, existen al menos cuatro mecanismos que ayudan en esta labor: participación, transpa-

rencia, conducta justa y honesta y gestión de conflictos.

Con la *participación* se alude al proceso por el que los actores no gubernamentales toman parte en un grado o en otro en las acciones colectivas. El gobierno decide cuánto poder ofrecerá a quienes participen. Este poder puede oscilar desde la mera información, pasando por la consulta y la concertación (con mecanismos de consulta en estructuras estables) y terminando en la co-decisión.

La *transparencia* es una condición de la participación genuina. Básicamente, la transparencia se refiere a la cantidad y la calidad de la información que un actor pone a disposición de los demás con relación a las decisiones que adopta. Dichas decisiones pueden afectar a los individuos (por ejemplo, reconocimiento o supresión de derechos individuales por parte de la autoridad) o a una colectividad de individuos. La transparencia es una característica que se pide especialmente de un gobierno. La falta de transparencia, tanto en el ámbito de las decisiones que afectan a individuos como en las decisiones que afectan a grupos, influye considerablemente en la percepción que otros actores tienen sobre la acción federal/nacional.

La *conducta justa y honesta* también es exigible a todos los actores implicados, no sólo al gobierno. Este principio se refiere a la medida en que existe una conducta por la que los actores deciden éticamente sin aprovecharse de los demás. Al igual que en el caso de la transparencia, la conducta justa y honesta se predicaría no sólo en las decisiones que afectan a individuos sino de las que afectan a las colectividades. No obstante, parece que son las conductas que afectan a individuos el objeto más importante de la honestidad de la acción. Por ejemplo, la exigencia de una conducta justa y honesta al gobierno supone que éste no regularice situaciones o inscriba concesiones en las que cla-

ramente se privilegie a unos usuarios sobre otros. Esta conducta justa y honesta también se puede exigir a los usuarios mediante la petición de que no usen más agua de la concesionada, por ejemplo.

Finalmente, la *gestión de conflictos* es un mecanismo que posee enorme importancia en el ámbito de la cuenca. En la resolución del conflicto se requerirá en ocasiones la acción de la autoridad y en otras la mediación. El conflicto forma parte de las relaciones entre intereses a veces divergentes sobre cómo se gestionan bienes colectivos, por lo que la capacidad de gestionar los conflictos es cada vez más necesaria si se quiere alcanzar una buena gobernanza. La resolución de conflictos constituye una responsabilidad compartida entre los actores gubernamentales y no gubernamentales.

La participación de actores distintos a las autoridades federales/nacionales en la gestión del agua no eliminaría el papel fundamental que las autoridades desempeñan, pero sí lo modificaría, pues el poder ejecutivo nacional/federal ya no puede actuar como gestor único o simplemente como autoridad, sino que debería liderar la cuenca. El cambio de papel de monopolio a liderazgo de la cuenca supone ciertos cambios. Además, al gobierno le debería quedar aún la capacidad de intervenir subsidiariamente cuando los demás actores no alcancen un acuerdo sobre los objetivos o sobre cómo alcanzarlos. Esto es especialmente necesario cuando un bien colectivo se considera estratégico y se corre el riesgo de que los actores no gubernamentales actúen contra las generaciones venideras (por ejemplo, extrayendo más agua de lo ecológicamente sostenible). Como consecuencia del cambio de énfasis desde el mando y el control a la negociación y la persuasión, los decisores gubernativos deben adquirir un nuevo conjunto de habilidades. Frente a las habilidades típicas de la gestión (planificación, organización,

selección de personal, dirección, coordinación y presupuestación), en el ámbito de la gobernanza, las habilidades de los decisores públicos son *habilidades de activación, de orquestación y de modulación* (Salamon 2002).

Las habilidades de *activación* consisten en fomentar a que los diversos actores participen constructivamente y se impliquen en la resolución conjunta de problemas. Las habilidades de *orquestación* sirven para sostener las redes creadas al modo de los directores de orquesta, quienes propician que todos los músicos toquen la misma pieza de forma sincrónica y con los acordes necesarios para evitar la cacofonía. En una cuenca, la capacidad de orquestar los distintos intereses supone la capacidad de propiciar que los objetivos individuales se alineen con los objetivos colectivos. Las habilidades de *modulación* de los incentivos, las recompensas y los castigos son necesarias para fomentar la conducta cooperativa. En el ámbito de la gobernanza, los decisores públicos están enfrentados continuamente al dilema de decidir cuánta autoridad o cuánta ayuda (subvención) es "suficiente" y cuánta es demasiado. Si la autoridad es excesiva, los "socios" pueden decidir no cooperar; si no existe autoridad, las metas públicas pueden ser obviadas en aras del interés privado. Si las subvenciones, por ejemplo, para implementar nuevos sistemas de regadíos son insuficientes, éstos no serán adoptados; si son excesivas, se corre el riesgo de financiar una inversión que se haría en cualquier caso.

La buena gobernanza supone que los usuarios participan activamente en la gestión de los recursos hídricos junto a las autoridades de otros niveles de gobierno, estableciendo mecanismos de relación entre actores (fundamentalmente la participación, la transparencia, la conducta justa y honesta y la gestión de conflictos) y procurando buscar objetivos que van más allá de los productos de los programas concretos de intervención,

estos objetivos son los impactos del aumento de la calidad del agua, la mejora del desarrollo económico y el bienestar social de los actores de la cuenca y de sus habitantes.

El cuerpo técnico (ingeniería y otras disciplinas) debe hacer un gran esfuerzo didáctico, también a través de los medios de comunicación, para que el ciudadano participe y actúe sobre la base de una información adecuada.

## IDEAS FINALES



Es la hora de la acción. Una hora en que se necesita ingeniería, se necesitan profesionales de la ingeniería hidráulica para liderar el proceso y culminarlo con éxito. Una de las lecciones aprendidas de la historia debiera ser que la acción de la ingeniería ha propiciado con éxito el desarrollo del siglo xx en buena parte de nuestro globo. Hemos aprendido también de nuestros errores: las afecciones ambientales que no se previeron y gestionaron a tiempo, pero ello –que efectivamente requiere la adopción de medidas, y en eso se está– no debe magnificarse ni anular

todo lo positivo. Otra de las bases imprescindibles de la solución, la gestión integrada de los recursos hídricos, también ha sido acogida e impulsada por los ingenieros hidráulicos.

En el caso del agua, la ingeniería es imprescindible en todas las vertientes: las construcciones necesarias para su aprovechamiento, así como para su explotación y mantenimiento posteriores, la planificación y gestión del recurso, los modelos de simulación, explotación y optimización, la obtención de datos (cuantitativos y cualitativos) la regulación, la conducción y el transporte, la depuración y tratamiento de las aguas, la laminación de avenidas, la determinación de zonas inundables, la seguridad de las presas, los planes especiales de sequías... Actividades profesionales todas ellas requieren una preparación y unos conocimientos específicos, y no pueden ni deben confiarse sino a manos de profesionales y empresas preparados para ello.

Una cosa es que los nuevos tiempos exijan unas nuevas habilidades –como transparencia y participación– y otra bien distinta (y error a evitar)

es que se prescindiera del liderazgo de los profesionales más preparados para ello. Nada de eso se puede llevar a cabo con éxito sin que los correspondientes trabajos estén pilotados por cualificados ingenieros hidráulicos, que además pueden proponer las actuaciones más eficientes desde un punto de vista holístico. Nuestros profesionales se mantienen a la vanguardia de los conocimientos, y están dispuestos a aportar su trabajo como base idónea para los correspondientes procesos políticos y sociales. De allí la oportunidad de la colaboración que venimos desarrollando como *partner* de UN Water, que tan buenos frutos (como esta serie de *Water Monographs*) está dando.

**Tomás A. Sancho Marco**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Past President WCCE-  
Consejo Mundial de Ingenieros Civiles

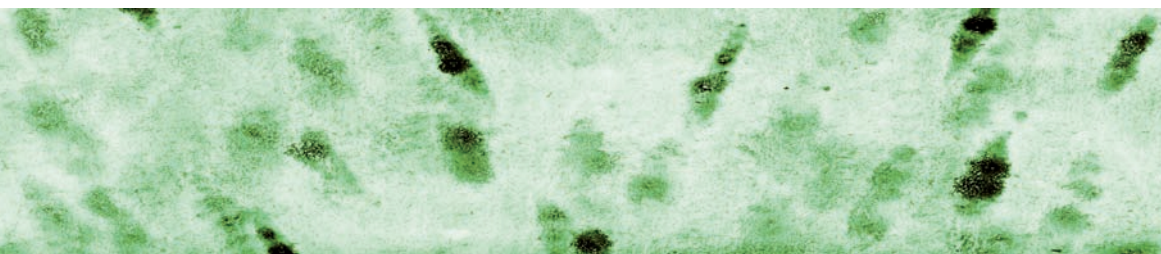
### Notas bibliográficas

- [1]. Papa Francisco (2015), Encíclica *Laudato si*.
- [2]. ASCE, La Visión para la Ingeniería Civil 2025, traducción autorizada por la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (España), 2010.
- [3]. Tribuna del Agua, Exposición internacional de Zaragoza "Agua y Desarrollo Sostenible" (2008), *Carta de Zaragoza*. Carta de Zaragoza: <https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cajaAzul/CartaZaragoza2008.pdf>.
- [4]. *Global Water Security Declaration*, IAHR, WCCE and other global organizations, Chengdu, 2013. Declaración Mundial por la Seguridad Hídrica, Chengdu 2013: [https://www.iahr.org/uploadedfiles/userfiles/files/Declaration\\_A3.pdf](https://www.iahr.org/uploadedfiles/userfiles/files/Declaration_A3.pdf).
- [5]. Ostrom, Elinor (1990) *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. New York, Cambridge University Press.
- [6]. Hardin, G. (1968) "The Tragedy of the Commons", *Science*, 162, pp. 1243-1248. *Grow in Concert with Nature: Green Water Defense for Flood Risk Management in East Asia*. The World Bank and Water Partnership Programme, 2012. *Water-related disaster risk reduction (DRR) management in the United States: floods and storm surges*. Jerome Delli Priscoli and Eugene Stakhiv. Water and Policy, nº 17 (2015).
- [7]. Rodríguez, Diego J., Anna Delgado, Pat DeLaquil, and Antonia Sohns. (2013). "Thirsty Energy." World Bank, Washington DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16536>.
- [8]. *Grow in Concert with Nature: Green Water Defense for Flood Risk Management in East Asia*. The World Bank and Water Partnership Programme, 2012.
- [9]. *Water-related disaster risk reduction (DRR) management in the United States: floods and storm surges*. Jerome Delli Priscoli and Eugene Stakhiv. Water and Policy, nº 17 (2015).
- [10]. FAO (Food and Agriculture Organization). 2003a. Agriculture, Food and Water. A contribution to the World Water Development Report. Rome.
- [11]. 2011a. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing Systems at Risk*. Rome/London, Land and Water Division, FAO/Earthscan.
- [12]. 2011b. *Climate Change, Water and Food Security*. FAO Water Report, no. 36. Rome, FAO.
- [13]. UN-Water Annual International Zaragoza Conference (2014) Final Report: "Partnerships for improving water and energy access, efficiency and sustainability".
- [14]. Parrado, Salvador y Sancho, Tomás A. (2004) "Los organismos de cuenca: puntos fuertes y reflexiones para su mejora". II Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente, tomo 2, pp. 935-946

# AGUA PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

## NUEVO PARADIGMA, NUEVA VISIÓN

Ángel Simón Grimaldos



**DESCRIPTORES:**  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
AGUA  
CAMBIO CLIMÁTICO  
RECURSOS HÍDRICOS  
TRANSFERENCIA DE  
CONOCIMIENTO  
COOPERACIÓN

**E**l debate entre sostenible y/o duradero puede resultar apasionante en el campo de la lingüística. Pero es evidente que el comúnmente aceptado como desarrollo sostenible es el paradigma que definirá la nueva era de la humanidad. En esta futura y líquida realidad, el agua está llamada a jugar un papel central. La sostenibilidad hace referencia tanto a nuestro modelo productivo, como también a la estructura de nuestras sociedades y a la configuración de nuestras ciudades, cuyo acelerado crecimiento en todo el planeta supone uno de los principales riesgos para el mantenimiento de nuestros recursos naturales. La idea, el concepto, no es nuevo. Se formuló en los años setenta y nace con la explosión demográfica y la crisis energética de aquella década. Pero paradigma es un término (*parádeigma*) de origen griego cuyo significado es modelo, patrón y ejemplo. En un sentido amplio, se corresponde con algo que ha de servir como guía u hoja de ruta a seguir, las directrices de un grupo que establece límites y que determina cómo una persona debe actuar dentro de los parámetros establecidos. El desarrollo sostenible es, pues, nuestra nueva hoja de ruta.

La nueva visión, la que corresponde a los tiempos presentes y las perspectivas futuras, basada en el reco-

nocimiento del cambio climático y la necesidad de un cambio de rumbo, obliga también a trabajar para reducir las desigualdades, a preservar la igualdad de oportunidades y, en definitiva, a utilizar una nueva caja de herramientas que nos permita garantizar un futuro mejor. Un futuro que ya no podemos contemplar desde una Europa encastillada, sino que, como tan duramente nos hace ver el fenómeno migratorio y los dramas personales que conlleva, nos obliga a buscar formas y fórmulas de gobernanza global para un mundo interconectado y sin fronteras. El agua, de nuevo, juega un papel geoestratégico fundamental.

El agua puede suponer un serio desafío; pero, si es gestionada de manera eficiente y equitativa, puede desempeñar un papel facilitador clave en el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas sociales, económicos y ambientales a la luz de unos cambios rápidos e imprevisibles. La disrupción tecnológica debe llegar, necesariamente, a un ámbito como el de la gestión de los recursos hídricos, lo que supone un reto para gobiernos, empresas, profesionales y académicos. La gestión del conocimiento aparece así, una vez más, como la clave para un gran salto adelante en la resolución de los problemas planteados.

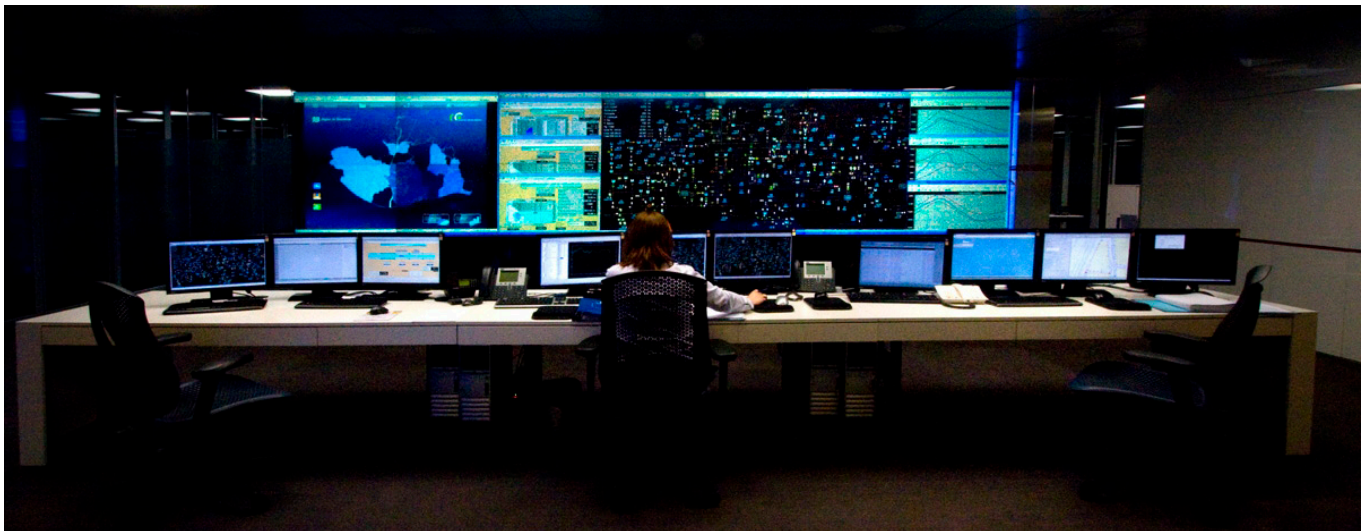


Fig. 1. Sala de control Collblanc.

## RESPONSABILIDAD PÚBLICA Y PRIVADA

Ha pasado mucho tiempo desde que, en 1980, Naciones Unidas introdujese en el debate internacional la expresión desarrollo sostenible en el documento “*La estrategia de la Conservación*”, subtitulada “*La conservación de los recursos presentes al servicio del desarrollo sostenible*”. Apenas unos años después, en 1987, la ex primera ministra noruega Gro Harlem Brundtland alzaba la voz de alarma en el informe “*Nuestro futuro en común*”, que alumbró e institucionalizó el concepto de desarrollo sostenible que, posteriormente, se incorporó a todos los programas de la ONU, sirviendo de eje central para las grandes reuniones internacionales como la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992.

El desarrollo sostenible, según se definió en aquel documento, es *el que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*. El desarrollo sostenible pone el foco en el concepto de necesidades, en particular las necesidades esenciales de las personas más pobres del mundo, a las que se debe dar prioridad, y en la idea de establecer ciertos criterios y *limitaciones* para que el crecimiento económico no erosione más nuestro medio ambiente, cuya defensa ha dejado de

ser una tarea nacional o local, para convertirse en una cuestión global.

La idea central de la definición de *desarrollo sostenible* que hizo la Comisión Brundtland es la solidaridad o la justicia intergeneracional: el compromiso con las generaciones futuras. La riqueza y amplitud de la definición ha permitido sumar el apoyo de numerosas organizaciones, aportando nuevas perspectivas a la sostenibilidad de un planeta en constante cambio, con una población creciente y cada vez más concentrada en las ciudades, el medio urbano, con el consiguiente abandono progresivo del ámbito rural.

La ex primera ministra de Noruega, miembro del Panel de Expertos sobre Sostenibilidad Global de Naciones Unidas, explicó, en una conferencia organizada por la Fundación Agbar con motivo del Día Mundial del Agua 2015, que *la separación tradicional entre el sector público y el privado se está volviendo cada vez más irrelevante*, por lo que las acciones conjuntas serán cruciales para enfrentarse a los peligros del cambio climático y fomentar una economía verde y circular, que permita la preservación de los recursos y su reutilización.

No solo el sector público y la sociedad en su conjunto tienen que

ser globalmente responsables, también la comunidad empresarial. Las empresas están también obligadas a dar ejemplo, porque la sociedad exige un comportamiento que incorpore plenamente un nuevo círculo virtuoso basado en la economía verde y la reutilización de los residuos. Los ciudadanos son los accionistas del bien común, en particular del agua.

Por ello, debemos poder reflejar todos los costes ambientales y humanos de las decisiones económicas y establecer señales, alertas y criterios que dejen claras las consecuencias y los costes, tanto de la acción como de la inacción. Esto significa que la contaminación, incluidas las emisiones de carbono, no puede ser gratuita, que deben eliminarse progresivamente las subvenciones (en forma de contaminación gratuita) a los combustibles fósiles y que debemos encontrar nuevas fórmulas de medir o evaluar el desarrollo más allá del PIB.

Uno de los grandes retos que debe afrontar la comunidad internacional es poner en marcha unos principios comunes para que los países en vías de desarrollo apliquen políticas de crecimiento bajas en emisiones de carbono, al tiempo que los más desarrollados reducen las suyas. Son precisamente los primeros quienes van a tener un mayor incremento de



Fig. 2. Canal de Navarra, regadío.

la población, más necesidades energéticas y un crecimiento poblacional y urbanístico más acusado. Los buenos resultados globales pueden ocultar unas desigualdades crecientes, pero no solo a nivel global, sino también en el seno mismo de estos países en vías de desarrollo.

A finales del pasado mes de septiembre, la ONU aprobó en Nueva York los *17 Objetivos de Desarrollo Sostenible* (ODS). Su propósito es marcar la agenda post-2015, es decir,

son un nuevo plan de acción para continuar y completar la labor de los antiguos ODM (Objetivos de Desarrollo del Milenio) hasta el año 2030. La gran novedad que presentan es su especial hincapié en la implicación de las empresas de todos los tamaños y sectores para conseguir una economía sostenible e inclusiva. Una economía en la que prevalezcan pautas de producción y de consumo responsable y un crecimiento sostenido de la industria. No podemos perder de vista que la población del mundo crece a pasos agigantados. Por eso, se debe construir un modelo económico circular que beneficie a todos y, en este sentido, el sector empresarial jugará un papel determinante.

En cuanto al agua, tres de los nuevos objetivos para 2030 están estrechamente relacionados con su uso y disfrute: garantizar su disponibilidad y gestión sostenible, al igual que el saneamiento; conservar los océanos y recursos marinos; y asegurar el acceso a energías sostenibles. Todos, la humanidad en su conjunto, estamos ahora comprometidos en un esfuerzo común: mejorar el abastecimiento, reducir el número de personas con escasez de agua y a optimizar la eficiencia en el uso. Nuestro compromiso es firme, ya que somos conscientes de que el agua es un elemento transversal y de que de su correcta gestión depende el logro del resto de los objetivos.

## EL AGUA, PRINCIPAL MOTIVO DE PREOCUPACIÓN EN LOS PRÓXIMOS 10 AÑOS

La reunión del World Economic Forum celebrada en Davos este año, además de expresar su temor a la inestabilidad política mundial, ha situado el agua como principal motivo de preocupación en el horizonte de los próximos diez años, seguido del fracaso en la lucha contra el cambio climático. Los líderes empresariales comienzan a ser conscientes de que el actual modelo de crecimiento no es viable a medio y largo plazo. Por otro lado, desde que el presidente de Estados Unidos, Barack Obama,

reconoció la existencia de un calentamiento global del planeta, esta cuestión ha ganado fuerza en la agenda política internacional. Incluso el Papa Francisco, en su encíclica *Laudato si*, ha dado un importante toque de atención para destacar la necesidad de *cuidar nuestra casa común* que es el planeta y sus recursos naturales, con una especial mención para el agua.

El agua, como decía, está en el centro del desarrollo sostenible. El agua resulta vital a la hora de reducir la carga mundial de enfermedades y

de mejorar la salud, el bienestar y el desarrollo de los países, de sus ciudadanos, además de ser básica para la producción y preservación de una serie de beneficios y servicios de los que gozan las personas. El agua está también en el corazón de la adaptación al cambio climático, sirviendo de vínculo crucial entre el sistema climático, la sociedad humana y el medio ambiente. De hecho, el agua es la sangre vital de la Tierra. Por primera vez, y gracias a los sensores remotos, la ciencia tiene un modo



de seguirle la pista en cada fase de su ciclo natural: cuando cae en forma de lluvia o de nieve, cuando discurre hasta los ríos, cuando se la extrae de los acuíferos, cuando regresa a la atmósfera por evaporación o cuando se reutiliza para fines diversos. Los investigadores se basan en lo aprendido para predecir sequías, anunciar inundaciones, proteger el agua potable y mejorar cosechas.

La reciente crisis hídrica de California ha convertido este estado en una especie de laboratorio de proyectos de teledetección. En los últimos tres años, un equipo de la NASA se dedica a sobrevolar el Parque Nacional de Yosemite a bordo de una aeronave equipada con instrumental específico para medir las acumulaciones de nieve que nutren el embalse de Hetch Hetchy, el principal proveedor de agua de San Francisco. La menor cantidad de agua que llega a los ríos y embalses de California ha inducido a las autoridades a restringir el volumen suministrado a los agricultores del estado. La reacción de los propietarios de explotaciones agrícolas ha sido extraer más agua de los pozos para regar los campos y, en consecuencia, los niveles freáticos han descendido. Este es precisamente uno de los problemas fundamentales a los que nos enfrentamos: el agotamiento de parte de los acuíferos del planeta, que suministran al menos un tercio del agua que consume la Humanidad. Algunos datos disponibles indican que la mitad de los acuíferos del mundo se vacían más deprisa de lo que se recargan, sobre todo en la península arábiga, India, Pakistán y norte de África.

Las interacciones dinámicas entre el cambio climático y los recursos de agua dulce en la tierra están estrechamente vinculadas a la disponibilidad de agua de buena calidad para el consumo humano. Actualmente, al menos la mitad de la población mundial depende del agua subterránea para un consumo seguro. A partir de la actual previsión de crecimiento urbano, se espera que hacia 2050 la demanda

haya aumentado un 55%, lo que significa que la gestión del agua será una cuestión estratégica. En la mayoría de zonas del mundo, el problema no es la falta de agua dulce potable sino,

más bien, la mala gestión y distribución de los recursos hídricos disponibles. Es aquí donde la transferencia de conocimiento aparece como la vía más eficaz de cooperación.

## EL VÉRTICE PRINCIPAL DE UN TRIÁNGULO VITAL

En el triángulo agua-energía-alimentos es el líquido elemento quien juega un papel determinante, ya que es el requisito indispensable para los otros dos. Basta con ver lo que sucede en la búsqueda de vida en otros planetas de nuestro sistema solar. Los científicos de la NASA han comunicado recientemente su gran satisfacción por haber encontrado indicios que hacen pensar que existe agua líquida, muy probablemente salada, en el planeta Marte. También hemos sabido que bajo la superficie de Encélado, una de las lunas de Saturno, hay una gran extensión de agua. La preocupación por la localización del agua aparece como la clave para la posible existencia de vida, en la forma que sea, fuera de la Tierra.

La agricultura es, con diferencia, el mayor consumidor de agua a nivel mundial, representando el 70% de las extracciones en todo el mundo, aunque esta cifra varía considerablemente entre países. La agricultura de secano es el sistema de producción agrícola predominante en todo el mundo y su productividad actual es, en promedio, un poco más de la mitad del potencial a obtener sobre una gestión agrícola óptima. Para 2050, y más allá del desperdicio o mal uso que pueda hacerse de los existentes, la agricultura tendrá que producir un 60% más de alimentos a nivel mundial y un 100% más en los países en vías de desarrollo. En la agricultura de riego la mayoría de los sistemas funcionan de manera ineficiente, por lo que pierden en torno al 60% del agua que utilizan. Los métodos de riego ineficientes entrañan sus propios riesgos para

la salud: el anegamiento de algunas zonas del Asia meridional, de resultados de la utilización excesiva, es el factor fundamental de transmisión de la malaria, situación que se reitera en muchas otras partes del mundo.

Por su parte, el calentamiento global puede afectar a la actual distribución de cultivos. De esta manera, por ejemplo, el cambio climático dejará nuevas zonas disponibles para el cultivo de maíz, pero reducirá la producción en las zonas actuales. Por ello, está previsto que sea cultivado por más agricultores en más lugares. Por el contrario, todos los escenarios climáticos apuntan a una reducción del rendimiento del trigo. Además, un clima más cálido puede activar plagas más dañinas. No hay que olvidar que, para hacer frente a la demanda resultante del aumento de población en 2050, la producción agrícola mundial deberá incrementarse entre un 60% y un 70%. Respecto a la ganadería, aumentará la proporción de productores que se pasen a la cría de especies resistentes al calor. Ello supondrá más ovejas, cerdos y cabras en detrimento de la ganadería vacuna y de la avicultura.

En estas circunstancias, el agua y la energía son un binomio altamente interrelacionado. Se trata de dos pilares fundamentales para el desarrollo económico equilibrado y el acceso a una y otra supone una clave para la erradicación de la pobreza en amplias zonas de la geografía terrestre. El agua requiere energía en todas las etapas de extracción, tratamiento y distribución; la energía requiere agua para ser producida en casi todas sus formas. Además, pueden unirse en la



Fig. 3. Planta La Farfana.

generación de energía hidráulica. Según un informe de Red Eléctrica, en España la energía hidráulica supuso el 7,6% de la generada que se con-

sumió en 2012, superando a la solar fotovoltaica, la térmica renovable y la solar termoeléctrica.

Por lo tanto, parece claro, que los suministros tanto de agua como de energía son limitados y la demanda es cada vez mayor. Las estimaciones indican que la demanda seguirá

creciendo significativamente en las próximas décadas. Un informe de Naciones Unidas estima que para 2030 la de agua aumentará en un 40%, la de energía subirá hasta el doble del consumo actual y la de alimentos en torno a un tercio. A menudo, la misma población que no tiene acceso al agua y a servicios higiénicos también carece de energía.

El sector más necesitado de la población mundial necesita urgentemente el acceso tanto a los servicios de agua como de electricidad. Las estimaciones indican que en todo el mundo hay 1.300 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad, 768 millones carecen de fuentes mejoradas de agua potable y hasta 2.500 millones se ven privadas de servicios de saneamiento. Reducir estas desigualdades es prioritario para erradicar la pobreza del planeta. La cooperación y la transferencia de conocimiento son las mejores vías para avanzar en este campo.

## NUEVOS CONFLICTOS



El último informe de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos, titulado *Agua para un mundo sostenible*, pone de relieve la relación entre el agua y temas vitales como la salud humana, los alimentos y la seguridad energética. Sin embargo, esta constatación no tiene una traslación a los ejes y planes de actuación mundiales. Se carece de una perspectiva global que atienda a las necesidades previsibles de las presentes y futuras generaciones. Los países ricos destinaron en 2013 un total de 35.200 millones de euros a proyectos de cooperación al desarrollo relacionados con el medio ambiente. En demasiadas ocasiones, se piensa más en las infraestructuras que en su gestión. Bastan algunos ejemplos. Los sectores que recibieron las mayores inyecciones de capital fueron la energía (con 4.400 millones) y el transporte (con

4.400 millones). En un segundo escalón figuran el agua, la agricultura y la protección al medio ambiente en general. El mayor donante fue Japón con 6.400 millones (muy por delante del segundo, que es el Banco Mundial), y el mayor receptor fue la India, con 2.650 millones.

El calentamiento global modifica los regímenes pluviométricos y aumenta el deshielo de los glaciares, alterando las reservas hídricas e intensificando las inundaciones y las sequías. Cambia la climatología y se suceden las grandes catástrofes. Se trata de un nuevo escenario que, además de incrementar el drama humanitario y los grandes movimientos migratorios, abre la puerta a la posibilidad de nuevos conflictos en el globo, en los que la disputa por el agua puede reabrir enemistades históricas. La reducción de la superfi-

cie de tierras agrícolas, la inseguridad alimentaria o la dificultad de acceso a las materias primas, muchas veces entendidas como activos financieros, así como el desplazamiento forzado de importantes masas de población son algunos de los efectos previsibles sobre los que ya han alertado los principales especialistas en riesgos geoestratégicos.

Un viaje por los últimos conflictos que han sacudido en el mundo permite ver la conexión existente con el cambio climático y su efecto sobre la disponibilidad de agua. En Darfour, las sequías recurrentes enfrentaron a la población nómada con las tribus de agricultores, que cerraron sus tierras para defenderse del alud de población en búsqueda de nuevos pastos para su ganado. Las tensiones entre los dos grupos degeneraron en una guerra que ha

causado más de 300.000 víctimas y 2,5 millones de desplazados, según Naciones Unidas.

También son muchos los que piensan que la sequía que asoló Siria entre 2007 y 2011, la más importante jamás registrada, colaboró de forma importante a la desestabilización del país. En 2009, más de 800.000 sirios habían perdido sus medios de subsistencia y, en 2011, cerca de un millón estaban en situación de inseguridad alimentaria. Este episodio llevó a cerca de dos millones de personas dependientes de la agricultura y la ganadería a huir hacia las zonas más urbanizadas del país, que acogían ya un importante contingente de refugiados iraquíes y palestinos. Muchos otros factores han jugado un papel en el avispero sirio, pero no se deben desestimar los factores relacionados con los efectos de los citados movimientos de población.

Asimismo, la sequía en Somalia (casi no llueve desde hace un año) amenaza a 300.000 personas, lo que supone una tensión añadida a los desequilibrios que sufre el país, incluidos los problemas ecológicos en sus costas, que están relacionados con el desarrollo de la piratería marítima en el país. Otro tanto sucede en la zona del Sahel, en donde el cambio climático juega con un factor acelerador de los conflictos civiles y la violencia interétnica.

El río Mekong es uno de los ríos más largos del mundo y uno de los que tiene más aprovechamiento, ya que nutre a Tailandia, Camboya, Laos, Myanmar y China. Si se producen modificaciones en los glaciares del Himalaya que lo alimentan o cambios en el régimen de monzones el caudal puede reducirse y desestabilizar la región, máxime cuando China, que sufre también una importante sequía, es acusada por sus vecinos de haber contribuido a la reducción del flujo de agua por la construcción de presas hidroeléctricas en su territorio. Es otro caso de un nuevo peligro para la estabilidad geoestratégica.

## EL RETO DE LAS CIUDADES

Más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas. En 2050 es probable que las ciudades acojan dos tercios de la población del planeta. Dado que las zonas urbanas ya son responsables de aproximadamente el 76% de las emisiones de CO<sub>2</sub> y que muchas de ellas son vulnerables a las inundaciones y las altas temperaturas, es lógico que los responsables locales comiencen a tomarse en serio el cambio climático y el nuevo paradigma del desarrollo sostenible. Se trata de una oportunidad para reducir la contaminación, mejorar la gestión de las infraestructuras y su mantenimiento e instaurar un modelo de economía circular para la reutilización permanente de los residuos.

La gestión sostenible del agua es una de las asignaturas pendientes de muchas ciudades. No sólo en los países emergentes o en vías de desarrollo sino también en nuestro acomodado mundo occidental. Por eso, es preciso realizar un esfuerzo para que la innovación, el talento y el conocimiento faciliten la posibilidad de desarrollar y utilizar nuevas tecnologías para obtener el máximo aprovechamiento de cada gota de agua en el canal de abastecimiento y distribución, así como para conseguir su mejor reutilización. La planificación urbanística de las ciudades juega un papel muy importante y la sostenibilidad pasa también por incorporar los denominados edificios verdes, que ahorran energía mediante los más avanzados sistemas de climatización, las denominadas calles inteligentes o todas las infraestructuras y tomas necesarias para el desarrollo del vehículo eléctrico. Se trata de un concepto *smart*, de una sucesión de pequeñas revoluciones que debe tener como resultado un nuevo concepto de ciudad, pensada para estar al servicio del desarrollo sostenible.

La temperatura media anual del aire en una ciudad puede ser entre dos y seis grados más alta que en las

zonas rurales circundantes durante el día; y entre dos y cinco durante la noche. Por ello, nuevas soluciones como los tejados con calor pueden mitigar este efecto de isla térmica. El informe de 2014 sobre las *Perspectivas de la urbanización mundial* realizado por la División de Población de la ONU señala que el mayor crecimiento urbano se llevará a cabo en la India, China y Nigeria. La gestión de las zonas urbanas se ha convertido en uno de los desafíos de desarrollo más importantes del siglo XXI. Miles de kilómetros de tuberías conforman la infraestructura de agua de cada ciudad. Muchos sistemas anticuados desperdician más agua dulce de lo que ofrecen. En muchas ciudades de rápido crecimiento (pequeñas y medianas con una población inferior a 500.000 habitantes), la infraestructura de aguas residuales es inexistente, insuficiente u obsoleta. Existe un enorme trabajo por hacer al que todos estamos invitados y obligados.

Las buenas empresas son grupos de personas, decenas, centenas, a veces miles, que cooperan para generar no solo productos sino también conocimientos útiles y beneficiosos para otras personas. La cuenta de resultados y el patrimonio de esas empresas incorporan cada vez más los conocimientos producidos y los rendimientos sociales de sus actuaciones. En las empresas que participamos en la gestión del agua, esa responsabilidad individual y colectiva, ese compromiso, no es una opción, sino el punto de partida que legitima para estar en la primera línea de la construcción del futuro de la humanidad. De un futuro sostenible.

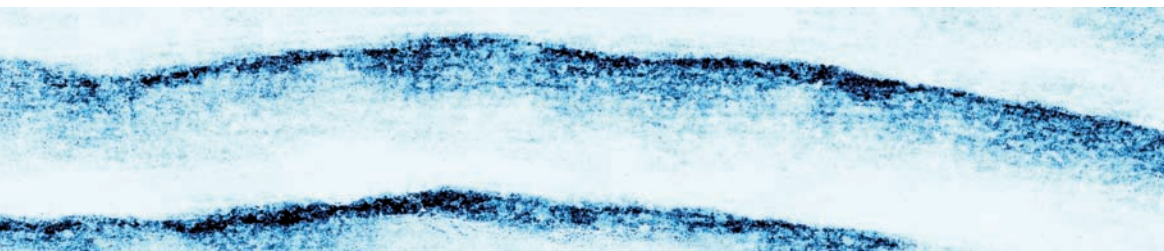
**Ángel Simón Grimaldos**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Presidente de Fundación Aquea

# COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN REGIONAL PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA:

## LA CONFERENCIA DE DIRECTORES IBEROAMERICANOS DEL AGUA (CODIA)

Liana Ardiles



### DESCRIPTORES:

GESTIÓN SOSTENIBLE; COOPERACIÓN REGIONAL; CODIA; FORO IBEROAMERICANO DE MINISTROS DE MEDIO AMBIENTE; OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO; OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE; PARTICIPACIÓN PÚBLICA; ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO; FINANCIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA; PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA POR CUENCA; GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO; DERECHO HUMANO AL AGUA Y AL SANEAMIENTO; EQUIDAD SOCIAL; GOBERNANZA DEMOCRÁTICA Y PARTICIPATIVA; UNIÓN EUROPEA; UNESCO; SEGIB

### INTRODUCCIÓN



**E**n el I Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente, celebrado en España en 2001, se acordaba, entre otros asuntos, que “los retos ambientales de la Comunidad Iberoamericana pueden ser superados, en gran medida, *intensificando y reforzando las vías de colaboración ya existentes, ampliando los cauces para compartir el patrimonio de capacidades, conocimientos y experiencias* que la Comunidad Iberoamericana alberga en materia ambiental”. La Declaración Ministerial fruto de este Foro incluía varios aspectos relacionados con los recursos hídricos que expresaban el sentir y la preocupación que la comunidad iberoamericana de naciones ha tenido siempre respecto a la utilización y la administración del agua.

Una inquietud que, entonces, incidía en la necesidad de afrontar los retos de la gestión del agua en Iberoamérica, según las metas marcadas tras la aprobación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en el año 2000.

Inicialmente, el Foro trazó la estrategia que debía orientar la acción política y administrativa para el buen

gobierno del agua en esta región, directrices que hoy en día mantienen plenamente su vigencia y se han convertido en la hoja de ruta de la nueva agenda del desarrollo sostenible. Unas pautas clave para abordar el cambio de enfoque de los Objetivos de Desarrollo del Milenio hacia esa nueva perspectiva más integradora que traerá consigo la agenda post 2015 de Naciones Unidas y los nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Ahora que encaramos el futuro con el objetivo de dar una respuesta efectiva al reto de la seguridad hídrica en esta región, es momento de destacar lo que ya nos adelantaba el I Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente en 2001, en relación con la planificación y la gestión de los recursos hídricos, unos recursos estratégicos para garantizar el crecimiento de Iberoamérica, reducir las desigualdades y avanzar en la protección y conservación del medio ambiente.

Así, ya en 2001, se hacía referencia a la gestión por cuencas: “El marco de referencia territorial más adecuado para realizar la gestión integrada de los recursos hídricos



**Fig. 1. Conferencia Codia 01-10-2013. Directores del Agua de la XIV reunión de la CODIA. Madrid, Mérida y Elvas.**

lo constituye la cuenca hidrográfica. La fórmula más adecuada para llevar a cabo la gestión del agua es mediante Organismos de cuenca”.

Se mencionaba, igualmente, la importancia de la participación pública: “Las políticas públicas de gestión del agua requieren un alto grado de consenso social, exigiendo una importante participación pública. Deben facilitarse los medios para que esta participación se establezca con la mayor amplitud posible y abarque al mayor número de aspectos ligados a la gestión del agua.”

Se recalca la importancia de la planificación: “La planificación debe desarrollarse a través de planes hidrológicos de cuenca, que constituyen una herramienta básica en la gestión

del agua. Dichos planes deben ser flexibles y permitir su evaluación y revisión periódica, y han de disponer de mecanismos que hagan posible la coordinación interinstitucional e intersectorial y faciliten la implicación en el proceso de los usuarios del agua, la sociedad civil y las organizaciones ambientales”.

Así mismo, se subrayaba la necesidad de garantizar abastecimiento y saneamiento a poblaciones, mediante la financiación de los servicios de agua: “Uno de los problemas más importantes con que se enfrentan nuestras sociedades es el de procurar a las poblaciones, tanto urbanas como rurales, agua potable en la cantidad y calidad requeridas, así como sistemas adecuados para la colecta y

depuración de las aguas residuales, objetivo que tiene importantes repercusiones sobre los ecosistemas, la salud y la vida humana. Las dimensiones y complejidad del problema y las necesidades de inversión –que debe incluir partidas para el mantenimiento de las instalaciones– son tan grandes que deben mobilizarse todas las fuentes posibles de financiación, incluyendo la participación del sector privado y de los organismos financieros internacionales”.

Y, por último, entre las acciones a desarrollar, se incluía “La constitución de una Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua (CODIA) res-

*ponsables de la gestión del agua, como instrumento técnico de apoyo al Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente para examinar e instrumentar modalidades de cooperación.”*

El tiempo transcurrido, desde entonces, ha venido a reforzar la vigencia de cada una de las conclusiones del Foro.

En aquel momento, pudo constatar que los países iberoamericanos comparten los mismos retos sobre recursos hídricos, en materias como: el acceso universal al agua y su saneamiento; la consecución del buen estado de los ríos; la compatibilidad entre la seguridad alimentaria

y la seguridad energética, etc. Pero, fundamentalmente, se constató una visión común de la gestión de los recursos hídricos, basada en la organización por cuencas y una gobernanza participativa, con respeto al medio ambiente, basada en la planificación hidrológica.

En este contexto es donde nace la CODIA, consecuencia de la necesidad de un foro donde los diferentes países, con una visión común de los problemas del agua, pudieran exponer y compartir experiencias. Y, además, pudieran formar a los responsables del agua en cada país para hacer frente a los retos comunes.

## LA CODIA



La Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua surge en 2001, como respuesta a las conclusiones del I Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente celebrado, en España, en el que se acordó crear un organismo en el que participaran los principales responsables de la gestión del agua en la región iberoamericana.

Ese mismo año se celebró en Cartagena de Indias (Colombia) la primera reunión de la CODIA en la que se definieron sus objetivos



básicos: impulsar la cooperación en el campo del agua; servir de plataforma para facilitar la presencia de la región en foros internacionales; promover el desarrollo e intercambio de experiencias y de tecnología entre los diferentes países; y coordinar actividades de cooperación en Iberoamérica.

Con la constitución de la Conferencia de Directores Generales del Agua, la Comunidad Iberoamericana de Naciones supo adelantarse

a su tiempo, en un momento en el que el agua aún no había adquirido en muchos países, la relevancia que ahora tiene a nivel mundial. El Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente supo ver que la gestión del agua era, y es, imprescindible para el desarrollo de los países. Imprescindible, sobre todo, para su desarrollo sostenible.

Desde entonces se han celebrado 15 Conferencias en las que se ha

continuado avanzando para consolidar el nuevo marco estratégico de la CODIA. En la última, convocada a finales de 2014, en Panamá, se ratificó el objetivo de esta organización como plataforma para impulsar la cooperación y la colaboración entre los países iberoamericanos en el ámbito de la gobernanza y el manejo de los recursos hídricos, para favorecer el desarrollo sostenible y el bienestar de la sociedad.

## COMPROMISO DE ESPAÑA CON LA AGENDA IBEROAMERICANA DEL AGUA

España comparte y promueve los objetivos de la Agenda Iberoamericana del Agua. Nuestro país ha jugado un papel fundamental, no sólo como impulsor de este foro, sino también como motor para estimular la cooperación en el campo del agua en la región y la colaboración entre las administraciones hidráulicas de los países Iberoamericanos.

Las características geográficas y climáticas de España nos han obligado, a lo largo de la historia, a desarrollar modelos sólidos de gestión, capaces de aprovechar un bien tan preciado y escaso como es el agua. Un sistema basado en la buena gobernanza del agua, y que sienta sus bases sobre la planificación hidrológica por cuenca, la participación pública, la gestión integrada del recurso, la seguridad jurídica, las infraestructuras tradicionales y las tecnológicas, y en el conocimiento e innovación de su sector empresarial.

Un modelo de gobernanza que se ha traducido en el desarrollo de una visión integral del agua, que abarca una cultura entorno al agua y su uso responsable, lo que nos permite contar, hoy, con una amplia experiencia a la hora de gestionar los riesgos asociados a la gestión de este bien preciado y, en particular, los vinculados con la

escasez. Además, ha llevado a España a asumir un compromiso ético y social con el acceso al agua. Un compromiso que se ha traducido en haber hecho del reconocimiento del derecho humano al agua y al saneamiento y de su realización práctica, uno de los ejes vertebradores del compromiso político de este país con la comunidad internacional. España hoy trabaja para compartir su conocimiento y su experiencia en el gobierno y la gestión del agua con aquellos países que, aunque distanciados geográficamente, se enfrentan a retos similares, retos sobradamente conocidos por los propios países de la Comunidad Iberoamericana de Naciones.

El Compromiso de España con la comunidad internacional y con el reconocimiento del derecho humano al agua y al saneamiento, es universal y abarca prácticamente todas las regiones del mundo. Sin embargo, por razones culturales, económicas, sociales, lingüísticas e históricas, Iberoamérica ha sido, y es hoy, la región sobre la que España ha volcado la mayor parte de sus esfuerzos en materia de colaboración y cooperación técnica y económica.

La colaboración tan fructífera que España ha desarrollado a través de su Agencia Española de

Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) es expresión de ese compromiso, cuyo principal instrumento de actuación ha sido el Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, que ahora cumple 8 años y que gracias a la alianza con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha permitido multiplicar la inversión y los resultados obtenidos.

Pese a las mejoras logradas en los últimos años, millones de personas en Iberoamérica y en todo el mundo, siguen sin tener acceso a agua potable y saneamiento. En la región de América Latina y el Caribe los avances en estos ámbitos suponen un progreso muy positivo, pero no suficiente, a pesar de los grandes esfuerzos realizados para incrementar los niveles de cobertura de agua potable en muchos países.

España sigue trabajando y colaborando con sus socios de la Comunidad Iberoamericana de Naciones para incrementar la calidad y mejorar los servicios que contribuyen a las coberturas actuales. Y no sólo lo hace desde el punto de vista de la cooperación económica. La gobernanza del agua, la planificación y gestión de los sistemas son aspectos clave para garantizar la sostenibilidad de esos servicios.



**Fig. 3. Curso de gestión integrada de recursos hídricos, en el Centro de Formación de la AECID en Montevideo, 2011.**

## FORTALECIMIENTO DE LA CODIA

Como desarrollo de este compromiso, España, tanto en su calidad de miembro de la CODIA, como en su condición de país que asume la responsabilidad de albergar la STP CODIA en estos últimos años, viene impulsando un proceso de reactivación de esta plataforma de colaboración.

Este trabajo de revitalización de la CODIA se basa en dos pilares: su fortalecimiento institucional, por un lado; y el desarrollo de una nueva capacidad de proyección exterior, por otro. Guardando estrecha relación con el proceso de negociación de la agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la necesidad de impulsar la gestión del agua en Iberoamérica a través de los cauces de la sostenibilidad, a partir de una

mejor gobernanza y manejo de los recursos hídricos.

Para cimentar estos pilares se han seguido dos líneas de trabajo diferentes pero coordinadas entre sí. Por un lado, se ha fortalecido la presencia de la CODIA en las políticas iberoamericanas en materia de agua, a partir, sobre todo de su función como órgano técnico asesor del Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente, y responsable de elevar propuestas de actuación para su impulso político desde el Foro. En esta misma línea, la CODIA se ha dotado de un nuevo plan estratégico y de un nuevo reglamento interno de funcionamiento.

Por otro lado, y éste es un aspecto especialmente novedoso, se ha



consolidado el objetivo de convertir a la CODIA en un foro de influencia de los debates internacionales en materia de agua.

La gestión del agua es imprescindible para el desarrollo de los países. España es partidaria de seguir fomentando la labor que está realizando la CODIA no sólo para reforzar nuestras capacidades de gobernanza y de fortalecimiento de las administraciones responsables de la gestión del agua en la región, sino también para conseguir

que la visión de Iberoamérica en lo que a la gestión del agua se refiere, se convierta en un referente a tener en cuenta en los debates relativos a la agenda internacional del agua.

Como reflejo de esta nueva dimensión internacional, la CODIA ha trasladado a Naciones Unidas, tanto su posición a favor del reconocimiento del derecho humano al agua y al saneamiento, como de apoyo a la creación de un ODS sobre agua y saneamiento específico con metas e

indicadores de seguimiento basados en la buena gobernanza del agua y su carácter transversal. Una posición que también ha hecho visible en el VII Foro Mundial del Agua de Corea, celebrado recientemente.

En esta misma línea ha defendido la creación, auspiciada por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, de un Panel Intergubernamental de Agua que preste asesoramiento científico a los políticos responsables de tomar las decisiones.

## SINGULARIDADES DE LOS PAÍSES HISPANOAMERICANOS

España trabaja junto con el resto de países de la Comunidad Iberoamericana de Naciones para que la CODIA sea un instrumento que no sólo dé a conocer las singularidades de los países iberoamericanos sino para que, además, estas particularidades se tengan en cuenta a la hora de definir una Estrategia Común en torno al agua.

La CODIA quiere ofrecer una visión sobre la gestión del agua basada, en los principios de equidad social, de gobernanza democrática y participativa y de promoción de la planificación hidrológica y de la cuenca como unidad de planificación e integrada de los recursos hídricos, entre otros.

Una visión comprometida con la agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con los Objetivos de Desarrollo del Milenio, con el reco-

nocimiento del derecho humano al agua y al saneamiento, así como con la defensa del concepto de seguridad hídrica y con la colaboración inter-estatal como medio para la solución pacífica de los conflictos asociados a la gestión compartida del agua.

Los países integrantes de la CODIA tienen como misión seguir trabajando para que esta plataforma continúe estando presente en cuantos debates se celebren fuera de su ámbito de actuación, para que los problemas comunes que afectan a los países iberoamericanos sean tenidos en cuenta a la hora de diseñar las políticas de agua.

Esta visión se sustenta en las experiencias de la gestión del agua en las dos orillas del Atlántico (América y Sur de Europa), dos zonas alejadas

geográficamente pero que comparten la singularidad de tener que afrontar retos como la escasez de precipitaciones, las sequías o, por el contrario, su exceso, las inundaciones.

Precisamente, la última cita celebrada en Panamá sirvió para forjar nuevas alianzas con actores internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Banco Mundial (BM), el BID, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE) o la Comisión Europea a través de la Red Latinoamericana de Centros de Excelencia en Agua (RALCEA) que han permitido adoptar una serie de acuerdos que rentabilicen su potencial y capacidad de interactuar en foros e instituciones internacionales.

## MODERNIZACIÓN DE LA CODIA

La CODIA se ha sometido en estos últimos años a una profunda revisión para adaptarse a las actuales necesidades de capacitación y transferencia de conocimientos con las que poder abordar los retos en materia de seguridad hídrica y de protección de los recursos hídricos presentes y futuros, a los que

se enfrentan los países de la región. Todo ello, desde una apuesta clara por la gestión sostenible del recurso.

Las claves de esta renovación se han basado en la revisión de los ejes temáticos de la formación para dotarles de un contenido más acorde a los retos actuales. Ha sido necesari-

rio maximizar las capacidades de la formación virtual, particularmente en la parte de la formación destinada a la adquisición de nuevos conocimientos o habilidades técnicas, sin olvidar la formación presencial, sobre todo, orientándola hacia el fomento del intercambio de personal técnico como



vía más eficaz para aportar soluciones a problemas reales de la gestión y la planificación de los recursos basados en la experiencia.

A esta revisión se suma la entrada de nuevos actores mediante el establecimiento de alianzas con las instituciones que tienen un rol predominante en la capacitación. En particular, se está trabajando para establecer una Red de Centros de Excelencia de apoyo a los gestores (alianza con RALCEA) y para fomentar la cooperación con la UNESCO.

En la última reunión de la CODIA, celebrada en Panamá, ya se sentaron las bases de este cambio de tendencia, con la aprobación de una serie de acuerdos tales como solicitar a la Secretaría Técnica Permanente la elaboración de un Plan Operativo anual para este año 2015, que definirá los objetivos de la CODIA a corto y medio plazo, así como el presupuesto necesario para ponerlos

en práctica, además de posibilitar la co-financiación de la CODIA mediante entidades como UNESCO, Secretaría General Iberoamericana (SEGIB) o la Oficina de Naciones Unidas para la Década del Agua, o fomentar el desarrollo de intercambios de experiencias y de transferencia tecnológica entre los Estados Miembros, en el marco de la gestión de los recursos hídricos.

Por otro lado, en relación con la internacionalización de este organismo, se acordó apoyar la integración

de la CODIA en el proceso regional preparatorio de las Américas rumbo al Foro de Corea, primero, y al de Brasil en 2018, después; apoyar la propuesta mexicana de creación de un Panel Intergubernamental del Agua bajo la Convención Marco de Naciones Unidas de Lucha contra el Cambio Climático; o potenciar la colaboración con la AECID. Todos estos compromisos han tenido respuesta, gracias a la colaboración activa de los países iberoamericanos en el Foro Mundial del Agua de Corea.

## RETOS DE FUTURO



Tras lograr la adaptación de la CODIA a los nuevos retos con los que se enfrenta la gestión del agua en la próxima cita en Bolivia, es necesario consolidar las líneas estratégicas de cambio iniciadas en Panamá con el

objetivo de ganar más presencia institucional en el Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente; promover las alianzas con nuevos socios, buscando sinergias entre instituciones que potencien la CO-



DIA y su programa de formación; continuar ganando mayor presencia internacional; y por último, fijar la posición para la agenda internacional del agua en 2016.

Es posible hacer de este foro un lugar de encuentro con capacidad efectiva para, desde la cooperación y la colaboración, dar soluciones efectivas a los retos que plantea la gestión del agua en Iberoamérica y, para ello, es clave la suma del esfuerzo de todos, no sólo de los Directores de la CODIA sino, también, de las instituciones como el Banco Mundial, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), la AECID, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), o RALCEA.

Sin duda, la CODIA es el foro ideal para dar a conocer las singularidades compartidas por los países iberoamericanos, y para exigir que esas singularidades se tengan en

cuenta en todos los foros en los que se debata sobre el agua y su manejo sostenible. Una plataforma que desde su nacimiento, hace 14 años, ha sabido adaptarse a los tiempos, alcanzado gran importancia y prestigio, fuera de su ámbito de actuación.

Los países de la Comunidad Iberoamericana se han marcado como objetivo poner la gestión del agua en la senda de la sostenibilidad, para recorrer de manera conjunta, el camino que permita avanzar desde la agenda de los ODM a la agenda del desarrollo sostenible. Todos y cada uno de los países tienen mucho que aportar, y es un imperativo ético que todos ellos realicen todos los esfuerzos, para canalizar este potencial y convertir en una realidad plena el ejercicio efectivo del derecho humano de acceso al agua y al saneamiento en toda Iberoamérica.

Este año es crucial para el desarrollo y, particularmente, para el

agua en el mundo. Naciones Unidas aprobará en septiembre, en Nueva York, los Objetivos de Desarrollo Sostenible que marcarán la agenda de desarrollo para los próximos años. El Rey de España afirmaba en el mes de junio, en Madrid, al respecto que “Tanto en Nueva York en septiembre, como en París en diciembre, deberemos definir la ruta más allá de 2015, concretando metas e instrumentos ambiciosos y persistiendo en la lucha contra la pobreza y contra el cambio climático. Estoy seguro de que seguiremos trabajando juntos como socios y países hermanos”.

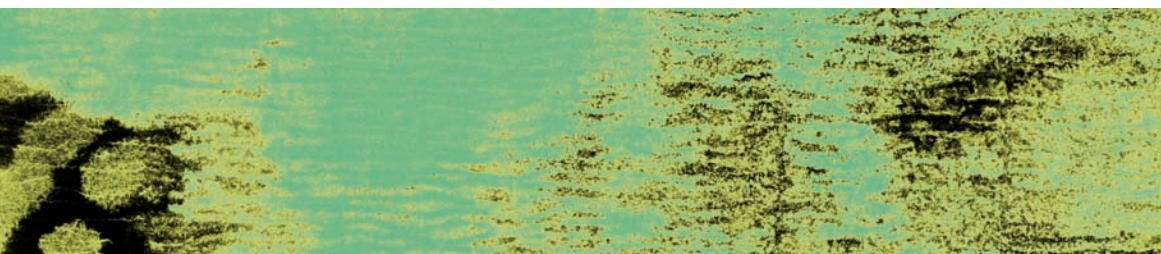
**Liana Ardiles**

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos

Directora General del Agua  
Ministerio de Agricultura,  
Alimentación y Medio Ambiente

# RETOS HÍDRICOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE ÁFRICA

Adama Nombre



**DESCRIPTORES:**  
AGUA  
SOSTENIBILIDAD  
COOPERACIÓN  
CONOCIMIENTO  
ENERGÍAS RENOVABLES  
CAPACITACIÓN TÉCNICA  
GOBERNANZA

## INTRODUCCIÓN

África tiene una población de alrededor de 940 millones de habitantes y alcanzará 2 mil millones para el año 2030 caracterizado por un ritmo creciente de urbanización convirtiéndose en una de las más altas del mundo, con la consecuencia resultante en términos de presión sobre los recursos naturales no desarrollados.

La movilización y gestión de los recursos de agua está en el corazón del desarrollo sostenible en África. Históricamente se ha demostrado que África era el mejor lugar en términos de clima y condiciones físicas para el nacimiento y el crecimiento de la humanidad y esto lo confirma todos los descubrimientos arqueológicos aparecidos durante cientos de años. Esto quiere decir que, en general, África está dotada de recursos naturales

muy ricos y diversificados, recursos hídricos incluidos. Al mismo tiempo, África es el continente donde la seguridad humana debido a la falta de agua y la seguridad económica son las más bajas del mundo. Millones de personas que viven en África carecen de medios básicos para la vida moderna. Viejas enfermedades (malaria, diarreas) y nuevas enfermedades (Ébola) están incontroladas conduciendo a una alta tasa de morbilidad y mortalidad en este continente, principalmente entre niños y mujeres.

El objetivo de este artículo es compartir algunos puntos de vista y propuestas para contribuir a los debates y buscar el desarrollo sostenible en África y se centrará en los temas de agua en relación con la problemática del desarrollo sostenible.

## LOS RECURSOS HÍDRICOS EN ÁFRICA: UNA VISIÓN GENERAL

La principal fuente de agua dulce en África proviene de la lluvia y el agua almacenada en algunos grandes acuíferos.

No existe contribución importante del deshielo en los recursos hídricos en África.

## Lluvia



La cantidad total de lluvia media en África es de alrededor de 20000 km<sup>3</sup> por año (UNECA, 2006). La variabilidad de las precipitaciones es muy alta en muchas partes del continente en términos de distribución espacial así como

estacional e interanual. La precipitación anual es muy alta en las zonas forestales en África Central y Occidental, mientras no existe lluvia en el Sahara y bajas precipitaciones en la región del Sahel que se encuentra entre el Sahara y

la superficie forestal de África occidental y central. Con los impactos del cambio climático global existen cada vez más eventos extremos como sequías o inundaciones graves y un aumento de variabilidad en los flujos.

## Agua Superficial



Toda África está cubierta por 13 grandes ríos internacionales con algunos de los ríos más grandes del mundo, como el Congo y el Nilo. Dentro de estos sistemas de ríos existen alrededor de 160 lagos con algunos de los más grandes del mundo. Las principales características de estos recursos son su distribución desigual y también su importante variabilidad que conduce a severas sequías e inundaciones recurrentes. El Cuadro 1 muestra las principales características y la importancia de la escorrentía en las mayores cuencas de África.

Cuadro 1					
Grandes cuencas de África					
Río	Cuenca hidrográfica, 10 <sup>3</sup> Km <sup>2</sup>	Longitud, Km	Caudal medio en desembocadura, m <sup>3</sup> /s	Volumen de escorrentía, Km <sup>3</sup> /año	Lámina de escorrentía, mm
Congo	3680	4370	41250	1300	353
Nilo	2870	6670	1696	53.5	18.6
Niger	2090	4160	4217	133	63.4
Zambeze	1330	2660	3519	111	83.4
Naranja	1020	1860	486	15.3	15.0
Chari	880	1400	1252	39.5	44.9
Juba	750	1600	546	17.2	22.9
Senegal	441	1430	545	17.2	39.0
Limpopo	440	1600	824	26.0	59.1
Volta	394	1600	1288	40.6	103
Ogowe	203	850	4729	149	734
Rufiji	178	1400	119	35.3	198
Cuanza	149	630	946	29.8	200

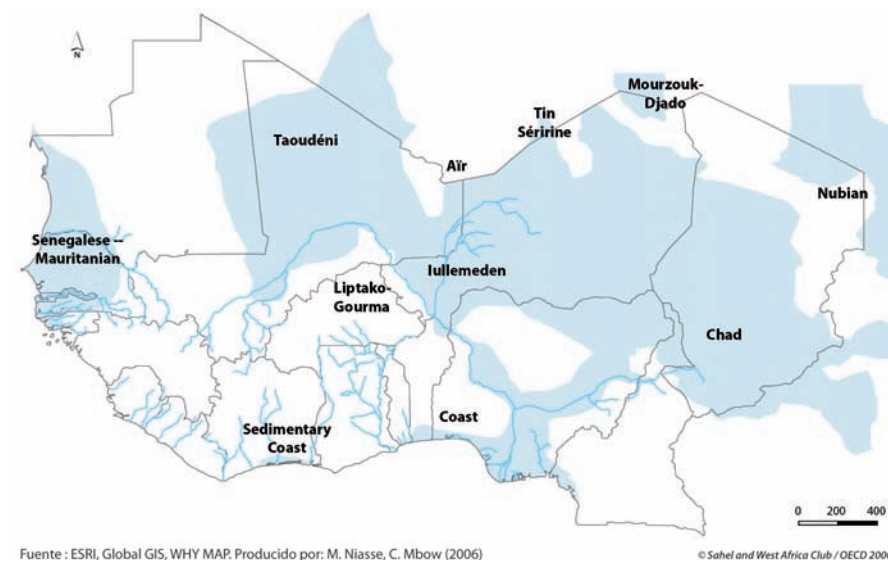
Fuente: IA Shiklomanov 2002.

## Grandes sistemas acuíferos de África



Las aguas subterráneas son cruciales y vitales para muchos países de África, principalmente en la zona septentrional del continente. El caso de Libia es ilustrativo de esta situación donde el 95% de las necesidades se cumplen con las aguas subterráneas. Muchas comunidades rurales dependen de las aguas subterráneas durante la larga estación seca. En el norte de África la sobre explotación de las aguas subterráneas es un problema real. Una parte importante de las aguas subterráneas está constituido por agua fósil. El siguiente mapa presenta la situación en África Occidental.

Fig. 1. Principales sistemas acuíferos transfronterizos en África Occidental.



## Disponibilidad de Agua

La situación de la disponibilidad de agua en África es muy contrastado: si bien existen enormes recursos hídricos en la cuenca del río Congo, la zona norte y Sudano-saheliana se caracteriza por la escasez de agua. El Cuadro 2 muestra la situación de las diferentes regiones de África.

Subregión	Recursos hídricos disponibles			Consumo de Agua Km <sup>3</sup> /año			Consumo de Agua en relación con los Recursos Hídricos %		Disponibilidad de agua per cápita 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /año	
	local	afluencia	total	1950	1995	2025	1995	2025	1995	2025
Norte	41	140	181	43.0 34.6*	110 78.0	144 94	61 43	80 52	0.62	0.32
Occidental	1088	30	1120	2.3 1.7	26.0 20.1	52 32	2.3 1.8	4.6 2.8	4.9	2.1
Central	1770	80	1850	0.5 0.18	2.5 1.4	14 9.0	0.14 0.08	0.76 0.49	27.2	12.0
Oriental	749	29	778	3.7 2.8	50.4 41.0	83 59	6.5 5.3	10.7 7.6	3.6	1.5
Meridional	399	86	485	6.5 5.0	26.4 19.1	43 28	5.4 3.9	8.9 5.8	5.3	2.8
Continente	4050	-	-	56.0 45.0	215 160	331 216	5.3 4.0	8.2 5.3	5.2	2.4

Fuente: IA Shiklomanov 2002.  
\* La primera línea indica la disposición de agua y la segunda el consumo de agua.

## LOS PRINCIPALES TEMAS Y DESAFÍOS HÍDRICOS EN ÁFRICA

### Disponibilidad de Agua

Los principales problemas y desafíos en África en términos de disponibilidad de agua son la distribución desigual y alta variabilidad interestacional e interanual de los recursos hídricos disponibles junto con la falta de una adecuada movilización y gestión de recursos hídricos. Muchas zonas de África se enfrentan ya hoy a estrés hídrico o escasez y grandes partes de África se enfrentarán a esa escasez de agua en el año 2025 habida cuenta de la alta tasa de crecimiento y urbanización de la población y de la calidad del agua disponible.

La necesidad de contar con una capacidad de almacenamiento importante para mejorar la disponibilidad de agua y la gestión de su variabilidad y las recurrentes sequías e inundaciones es crítica. África es el continente en el que aún no están completamente desarrollados las presas y sus correspondientes embalses. La Fig. 2 indica la capacidad de almacenamiento de agua disponible per cápita de algunos países africanos en comparación con otros países y regiones del mundo mejor equipadas.

La cifra real de agua disponible comprende el agua almacenada en los embalses naturales y artificiales y también los recursos de aguas subterráneas renovables. Al analizar los datos sobre de la figura anterior, se puede observar que la mayoría de las regiones de África se enfrentan al estrés hídrico cuando se considera la disponibilidad

real para el consumo. Sirva esto para confirmar esta declaración aparecida en un documental de la televisión reciente “que uno no puede alimentarse de un potencial” y que el agua deber ser controlado y administrado sabiamente para la vida y el desarrollo.

La contaminación del agua dulce es una preocupación creciente en África

### CAPACIDAD PER CÁPITA DE ALMACENAJE MEDIANTE EMBALSE PARA VARIOS PAÍSES

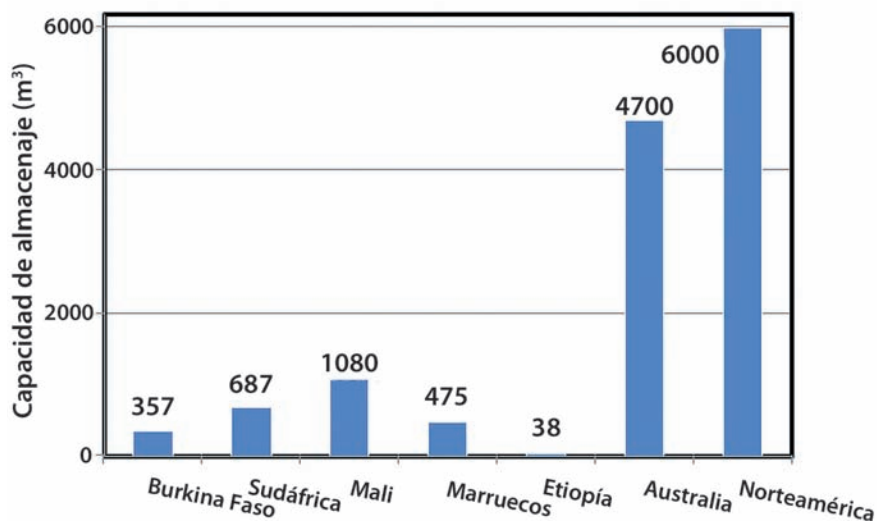


Fig. 2. Almacenamiento de agua per cápita en algunos países y continentes.

ca debido al déficit de los sistemas de saneamiento, el desarrollo enorme y rápido de la actividad minera, incluyendo la artesanal y sus sistemas industriales así como el uso de contaminantes en el sector agrícola. Teniendo en cuenta la situación de emergencia de las personas, el mal uso de las áreas de embalse y las tierra aguas arriba de las presas están dando lugar a una sedimentación rápida y también a contaminación. En muchas zonas de África, la contaminación proveniente

de las actividades de minería incontralada es ahora una verdadera amenaza para los recursos hídricos.

El conocimiento de los recursos y su variabilidad y su evaluación sigue siendo débil debido a la falta de unos fiables recolección de datos, procesamiento y sistemas de gestión en muchos países y regiones. Uno de los principales desafíos en términos de gestión de recursos hídricos será en el futuro, la creciente presión sobre los recursos hídricos debido a la creciente

demanda de una población urbanizada en aumento y los impactos del cambio climático, que se traducirán en una mayor variabilidad y la multiplicación de eventos extremos como inundaciones y sequías.

Una parte importante de las pequeñas ciudades y pueblos dependen de las aguas subterráneas para el acceso a agua potable y doméstica. El rápido agotamiento de dichos recursos es conocido en muchas regiones de África, principalmente en el Sahel.

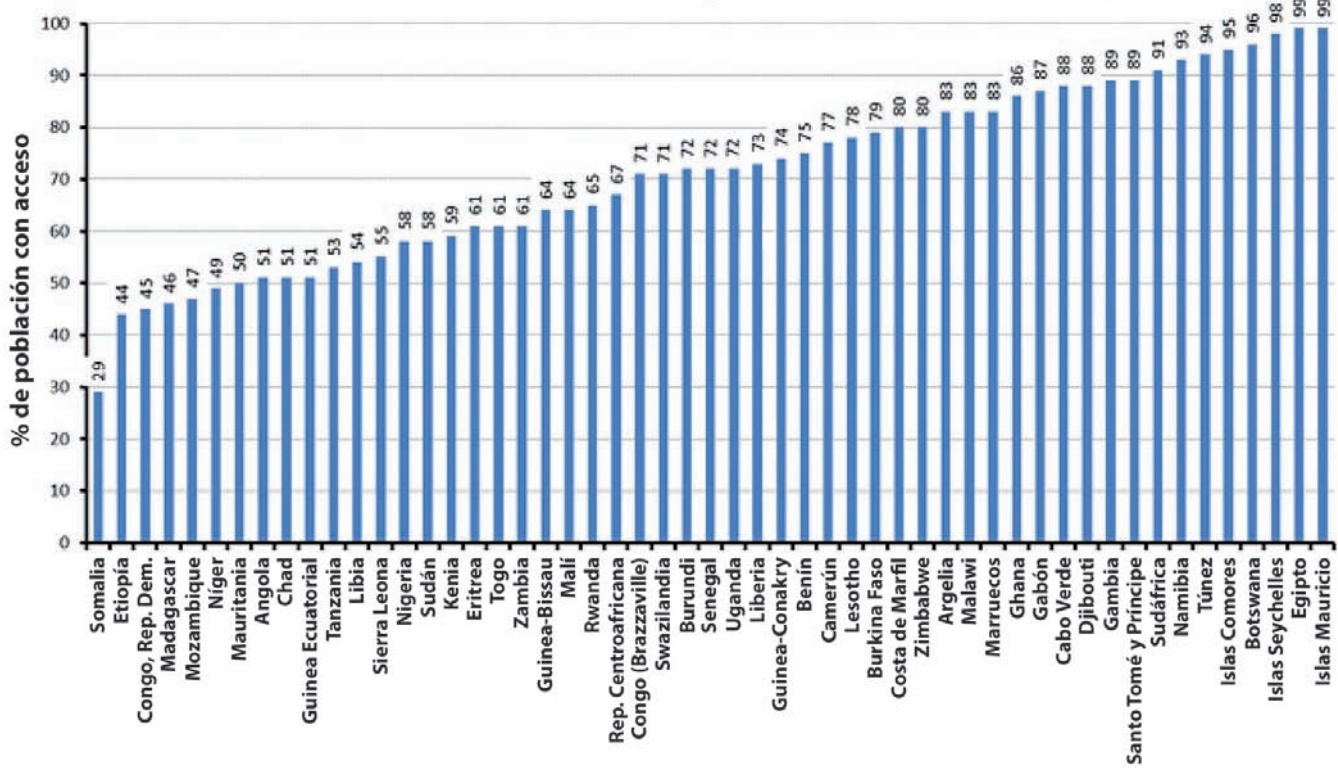
## El acceso a agua limpia y saneamiento moderno

Una proporción importante de la población de África carece de acceso básico al agua potable y saneamiento. Con el esfuerzo invertido a nivel nacional, regional e internacional en el marco de los ODM que terminan

este año 2015, millones de personas han obtenido acceso a agua limpia en la actualidad. El acceso a saneamiento moderno sigue siendo muy bajo, con consecuencias dramáticas en términos de morbilidad y mor-

talidad en muchos países y regiones de África. Las Figuras 3 y 4 presentan la situación de los países en términos de acceso a los servicios de agua y saneamiento.

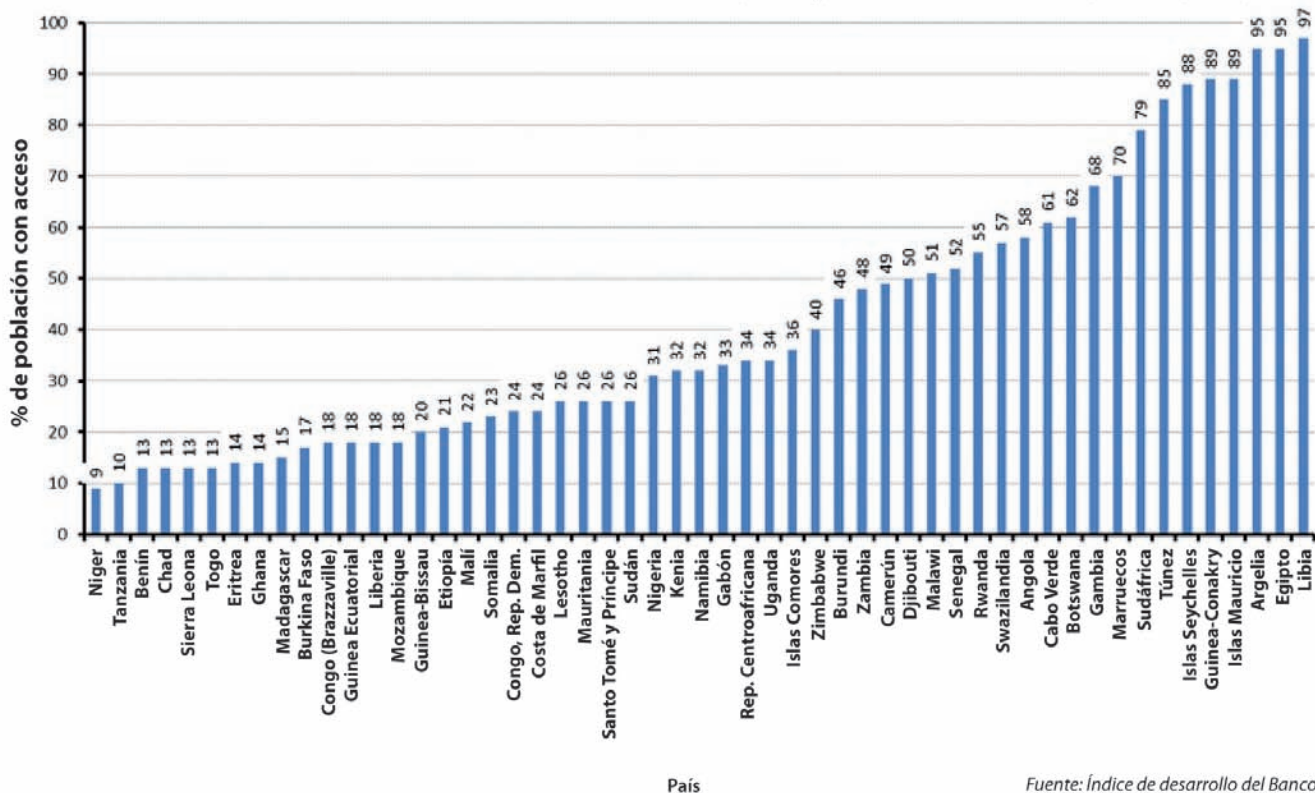
**FUENTES DE AGUA MEJORADAS (% de población con acceso) 2010 (AIDI)**



Fuente: Índice de desarrollo del Banco Africano de Desarrollo

Fig. 3. Acceso a fuentes mejoradas de agua.

### ACCESO A SERVICIOS DE SANEAMIENTO MODERNO (% de población con acceso) 2010 (AIDI)



Fuente: Índice de desarrollo del Banco Africano de Desarrollo

Fig. 4. Acceso a servicios de saneamiento modernos.

## El acceso a la seguridad alimentaria

África es uno de los continentes donde las tierras cultivables no utilizadas todavía están disponibles en una gran cantidad pero también donde no existe seguridad alimentaria. Las hambrunas están presentes en muchas áreas de África y una pro-

porción importante de la población en su mayoría mujeres y niños sufren de desnutrición y hambre debido a la falta de producción de alimentos suficientes. Sabemos que el papel de la irrigación para asegurar alimento para miles de millones de personas

en todo el mundo, especialmente en Asia. El 40% de la producción mundial de alimentos se realiza bajo la agricultura de regadío y proporciona comida para alimentar a 2.400 millones de personas en todo el mundo.

Sólo una pequeña proporción de la tierra cultivada (alrededor de 7 a 10%) es de regadío en África como muestra la Figura 5.

Una de las principales causas de la crisis alimentaria que alcanzó un estado crítico en 2008 con disturbios en muchos países de África es la producción insuficiente de alimentos debido al insuficiente desarrollo y uso de la tierra cultivable, la alta dependencia de las actividades agrícolas de las lluvias y otras condiciones climáticas muy variables y la orientación de los recursos disponibles para la cosecha y su exportación como es el caso del algodón y otros productos agrícolas. La crisis de 2008 muestra también la

### TIERRAS DE REGADÍO POR CONTINENTE 2003

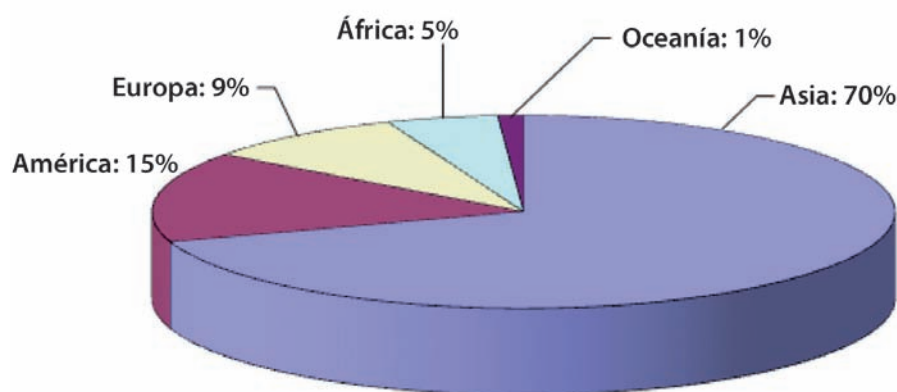


Fig. 5. Tierras de regadío por continente.



debilidad del concepto de que cualquier país y región pueden encontrar productos alimentarios a nivel internacional y no necesita tener un mínimo de soberanía alimentaria (entre marzo de 2007 y marzo de 2008, el precio del trigo creció más del doble).

## El acceso a fuentes modernas de energía

A pesar de que África es uno de las regiones productoras de petróleo y gas más importantes del mundo y está dotada de un gran potencial de energía hidroeléctrica, su tasa de acceso a la energía moderna es la más baja del mundo. Millones de hogares se encuentran aún en la oscuridad. La energía primaria consumida en África es la biomasa y la madera, siendo éstas más de 75% del consumo total de energía final con el enorme impacto sobre el medio ambiente en términos de deforestación y la enorme degradación de la cubierta vegetal que

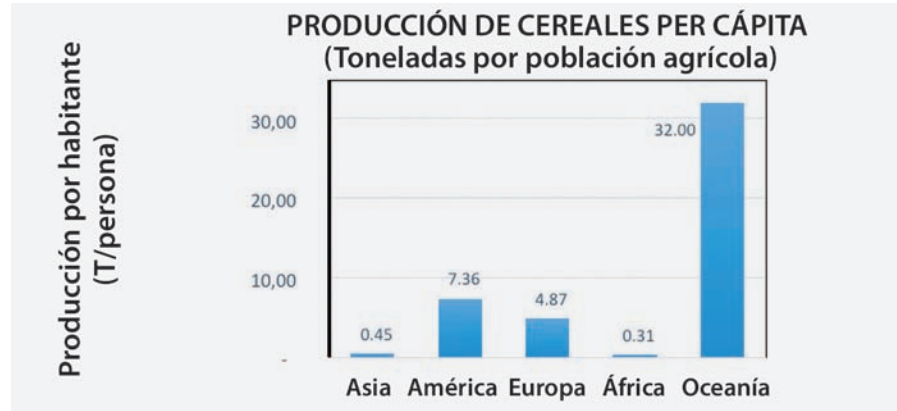


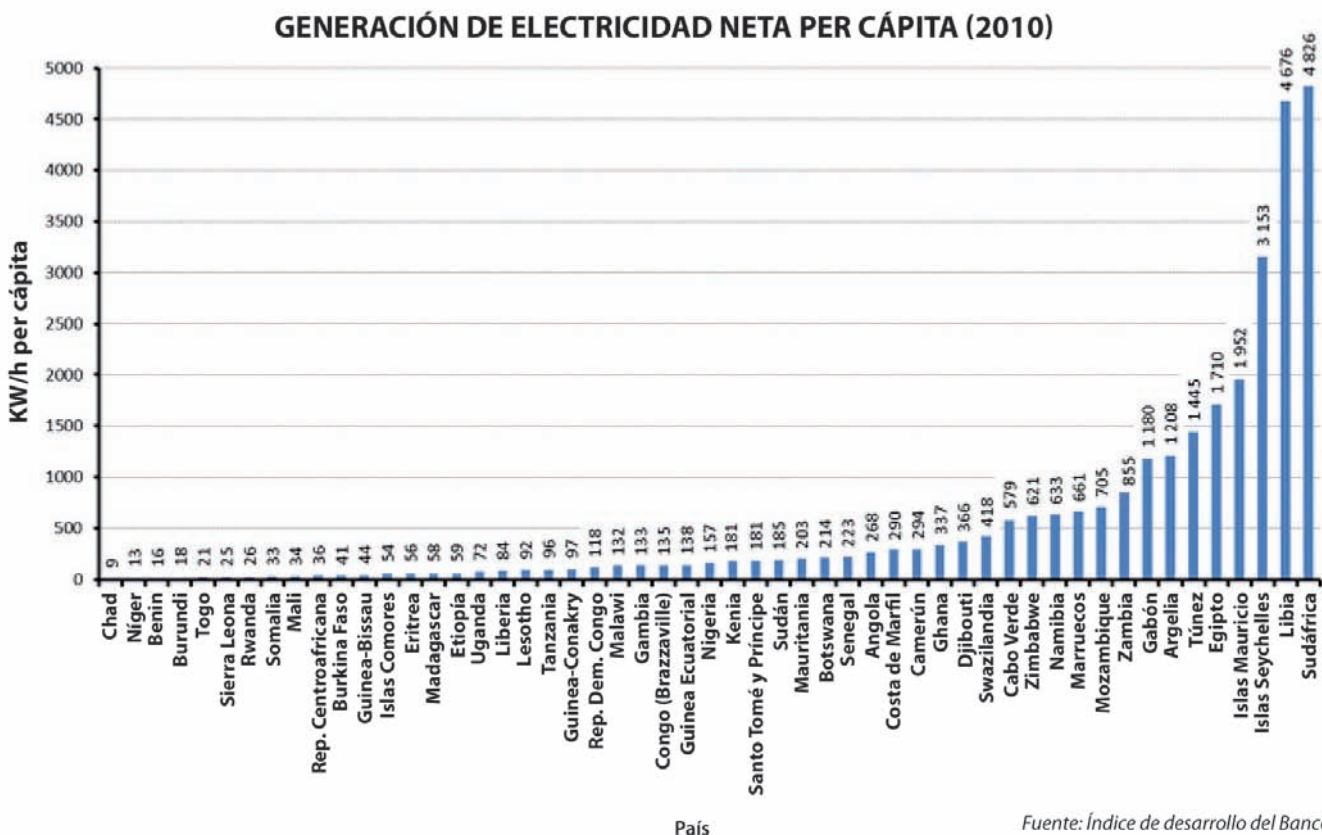
Fig. 6. Producción de cereales per cápita por continente.

conduce a la degradación de suelos y la sedimentación de ríos y embalses. La consecuencia en la salud de mujeres y los niños también es peor al producirse una tasa importante de mortalidad debido a la contaminación por humos. El limitado acceso a energía moderna de manera barata y limpia es un gran obstáculo para el desarrollo económico y el bienestar en el continente.

África tiene un potencial hidroeléctrico importante que puede ser desa-

rollado para suministrar una energía limpia, barata y renovable. Sólo el 7% del potencial económicamente factible se han desarrollado hasta ahora. Países como la República Democrática del Congo con el desarrollo de Inga, Etiopía, Camerún, Angola, Madagascar, Gabón, Mozambique, Nigeria, etc. tienen un enorme potencial que necesita ser desarrollado.

La Fig. 7 presenta la situación en términos de generación de electricidad para los diferentes países de África.



Fuente: Índice de desarrollo del Banco Africano de Desarrollo

Fig. 7. Generación de electricidad neta per cápita en África.

## Protección contra riesgos naturales vinculados al agua

África al igual que muchas zonas y regiones del mundo sufre de desastres naturales vinculados al agua, principalmente las inundaciones y las sequías. Uno puede recordar las sequías históricas en la región del Sahel en los años 1970 y 1980 y también en el cuerno de África con sus hambrunas resultantes. Las inundaciones son los

más frecuentes y los peores desastres naturales que golpean regularmente muchas regiones y áreas zonas con gran cantidad de víctimas mortales, pérdidas de patrimonio natural y económico. Uno puede recordar las graves inundaciones de Mozambique y la inundación recurrente en la cuenca del río Níger.

*Las consecuencias generales de la situación con respecto a las cuestiones del agua es la débil seguridad humana y económica del África como consecuencia de un desarrollo y gestión de recursos hídricos insuficiente.*

Los principales obstáculos para el desarrollo sostenible se pueden resumir como se recoge en la Figura 8.

## HACIA EL AGUA NECESARIO PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN ÁFRICA

El agua ha proporcionado el potencial para el desarrollo de la vida y es vital para cualquier especie que habite en la tierra. El aprovechamiento del agua y su gestión prudente son también un tema fundamental para la prosperidad social y económica y no es posible el desarrollo sostenible sin una gestión sostenible de los recursos hídricos.

Para preparar y lograr el desarrollo sostenible en África es necesario trabajar en la mejora de la salud humana, habida cuenta que una población

sana es también una población activa y productiva. La seguridad hídrica ayudará a mejorar el desarrollo económico a largo plazo en África, lo cual proporcionará los medios para garantizar su sostenibilidad. Sobre la base de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en preparación y teniendo en cuenta los importantes avances obtenidos con la decisión de la ONU de considerar el acceso al agua y al saneamiento como un derecho humano básico, las áreas importantes para la acción podrían ser los siguientes:

- Invertir en las presas e infraestructuras de almacenamiento de agua de usos múltiples que combinen embalses grandes, medianos y pequeños así como en la protección y mejora de los embalses naturales y otras masas de agua como los humedales. Invertir en el transporte de agua y su red de distribución de una manera integrada. Proteger la calidad del agua dulce disponible frente a la contaminación.
- Idear un acceso universal al agua potable y modernizar los servicios de saneamiento y la educación sanitaria. Los recursos hídricos de África deben ser desarrollados y gestionados sabiamente con este propósito. La mayoría de la población africana no disfruta de la dotación mínima aceptada internacional de 40 a 50 litros por día per cápita para garantizar un verdadero acceso a agua potable.
- Mejorar la seguridad alimentaria a través de la recuperación de tierras y desarrollo de los regadíos. África es el continente con la mayor disponibilidad de tierra cultivable, la cual, una vez desarrollada podría alimentar a la población de África y contribuir también a la seguridad alimentaria en todo el mundo.
- Idear un acceso universal a una energía moderna, barata, limpia y renovable. Para este propósito, África tiene suficientes recursos naturales respecto de los combusti-

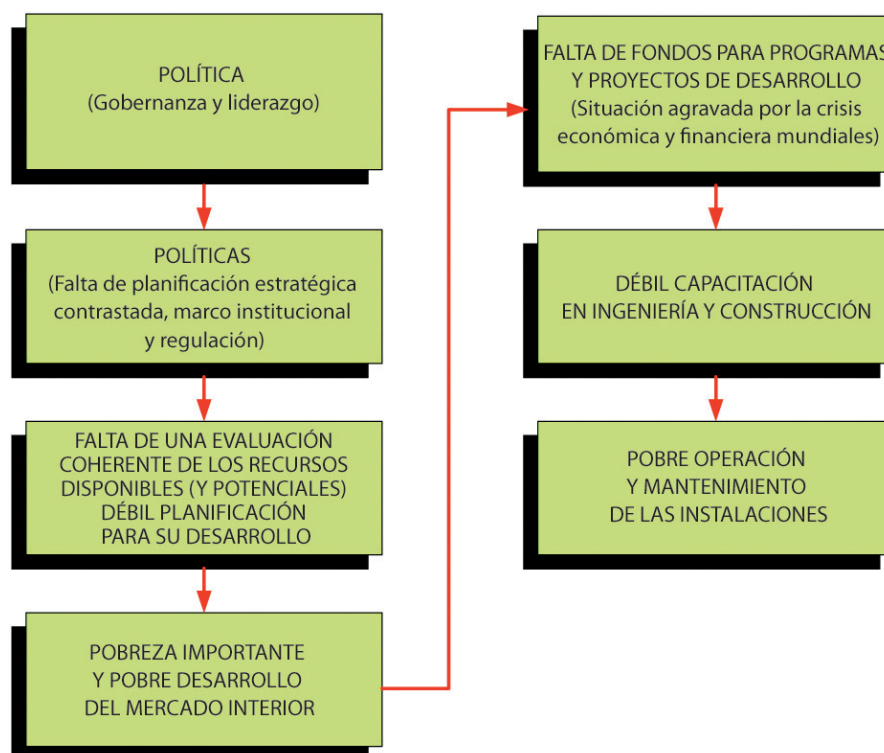


Fig. 8. Limitaciones para la gestión sostenible de los recursos hídricos.

bles fósiles, el potencial hidroeléctrico, solar y eólico pendiente de ser desarrollado. Está consensuado a nivel internacional que se necesita un mínimo de 500 kWh per cápita para asegurar una calidad de vida decente. Es necesario el desarrollo de depósitos de almacenamiento multipropósito y en ese caso, África, mediante la construcción de embalses hidroeléctricos proporcionará también ese potencial para el almacenamiento de energía intermitente renovable de las fuentes solar y eólica, y proporcionará agua para riego y abastecimiento de agua.

- Mejorar la protección contra las inundaciones y mitigar el impacto de las sequías y la capacidad de recuperación con respecto a los impactos adversos del cambio climático global mediante el aumento de la capacidad de almacenamiento de agua para mitigar las inundaciones y reducir la gravedad de las sequías. Teniendo en cuenta la variabilidad natural de los recursos hídricos en África, el almacenamiento de agua es un requisito previo para cualquier proceso de desarrollo.
- Desarrollar instalaciones de navegación interior y proteger el siste-

ma de ríos contra la degradación y sedimentación.

- Mejorar la gestión del medio ambiente y los impactos sociales y proteger los ecosistemas en peligro de extinción en muchas áreas.

Como señala en el informe del Consejo Mundial del Agua en África, existen tres pilares fundamentales para *el progreso: el conocimiento, la gobernanza y financiación*. Todas las acciones conducentes a un desarrollo sostenible en África deben tener en cuenta el desarrollo y la mejora de estos tres pilares.

## Necesidad urgente para el desarrollo de conocimientos y capacitación técnica en el sector del agua

El estado de desarrollo del conocimiento es todavía débil en muchos países y regiones de África, con un alto nivel de analfabetismo y una baja disponibilidad de científicos, profesionales e ingenieros expertos en temas hídricos. La situación en términos de educación general y la disponibilidad de Ingenieros se presenta en las Figuras 9 y 10.

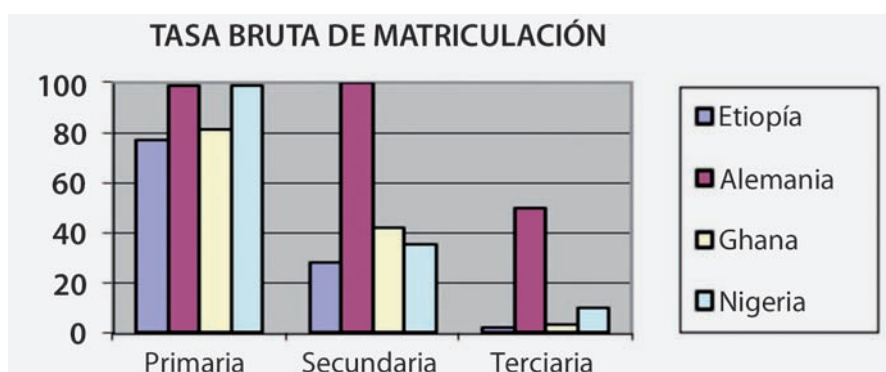
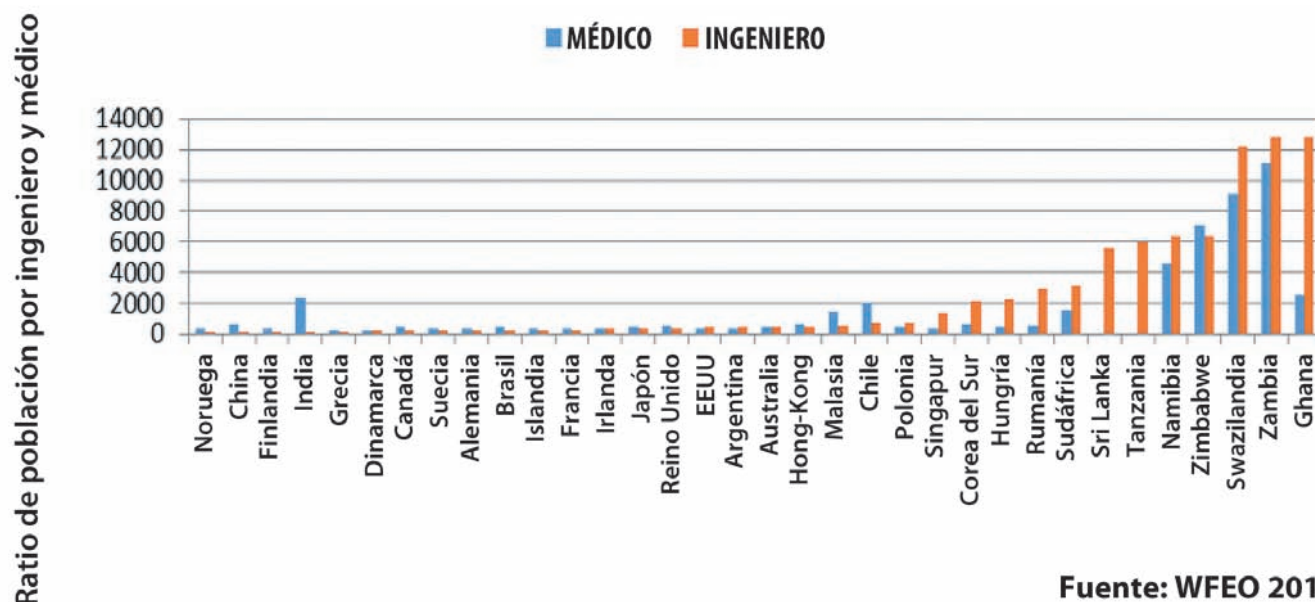


Fig. 9. Tasa bruta de matriculación en África.



Fuente: WFEO 2010

Fig. 10. Ratio de población por ingeniero y médico.

Parece importante revertir la tendencia de una alta tasa de privatización de la enseñanza de la ingeniería en África. Es de importancia estratégica que se desarrollen las universidades públicas y las facultades de ingenierías para facilitar el acceso a los jóvenes brillantes de cualquier condición. La tasa de producción de los científicos y los profesionales capacitados y cualificados se puede desarrollar en virtud de una educación pública complementada con la

privada y no al revés. La educación continua y la capacitación en el trabajo se debe utilizar durante la ejecución de los proyectos y planes de preparación y ejecución para proporcionar una experiencia práctica y fomentar la transferencia de conocimiento entre las empresas internacionales y locales y sus profesionales.

El sector de I + D en África no está recibiendo los cuidados necesarios para el desarrollo y la mejora del conocimiento y la tecnología

en el sector del agua. La Figura 11 muestra la situación de la asignación de fondos a la I + D en algunas regiones del mundo.

El desarrollo del conocimiento es una clave importante para una mejor planificación de los recursos hídricos y para el desarrollo de proyectos de infraestructuras hídrica bien diseñados, ejecutados y operados. Esta es una condición para movilizar fondos y para el desarrollo a largo plazo.

## Necesidad de mejorar la gobernanza en el ámbito del sector y su sector

### Mejor conocimiento, evaluación y vigilancia de los recursos hídricos

El desarrollo y la gestión de los recursos hídricos se enfrenta a algunas limitaciones importantes, como la falta de datos fiables sobre los recursos hídricos (superficiales y subterráneos, incluso para los sistemas de ríos

medianos y pequeños). Muchos de los proyectos e iniciativas han sido desarrolladas y continúan siendo implementadas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en términos de aforos, la transmisión

de datos y la mejora de la gestión, pero existe la necesidad por parte de los gobiernos y las organizaciones de cuenca de mejorar profundamente estos sistemas.

## Implementación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y la gestión por cuencas

Una gran cantidad progresos se han logrado en muchos países y regiones de África mediante la aplicación de la Gestión Integrada de Recursos Hídri-

cos (GIRH) y la Gestión Integradas de Cuencas (en inglés, IRWM) durante esta década. Se han producido avances importantes respecto de las

políticas hídricas, los marcos institucionales a nivel regional, nacional, las principales cuencas de ríos y los niveles locales, pero el desarrollo de planes de cuenca para las principales cuencas de ríos internacionales y locales requiere de un mayor desarrollo. Es necesario implementar un enfoque holístico para el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos para poder cumplir con todas las necesidades actuales y las futuras, cuando se desarrollen nuevos planes y proyectos de recursos hídricos. La planificación e implementación de la GIRH requiere tiempo y financiación y, a veces las partes interesadas no están encontrándose con los resultados esperados en términos de progreso real para su vida. Existe una necesidad de adaptar este proceso a la realidad de cada país y cuenca teniendo en cuenta las prioridades de la gente.

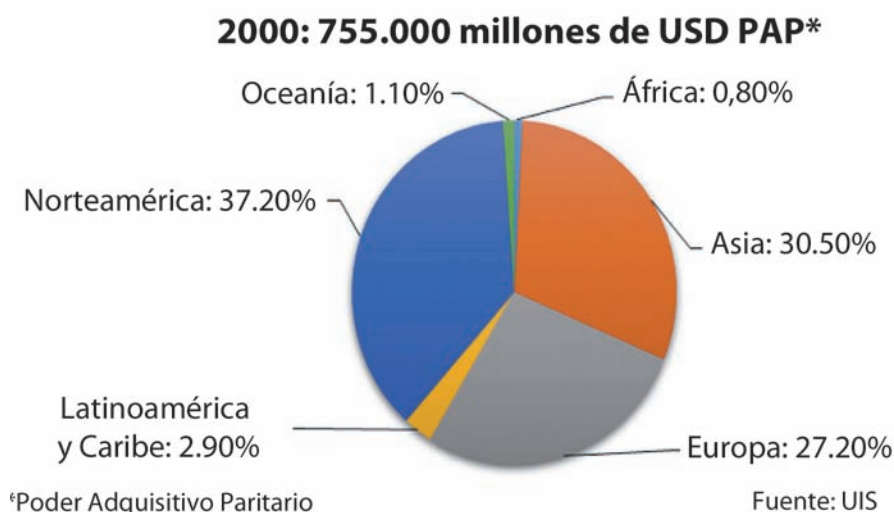


Fig. 11. Asignación de fondos a la I + D por continente.

## Cooperación en las cuencas fluviales internacionales y regionales

El contexto en África se caracteriza por el hecho de que todos los sistemas principales de sus ríos son participados por al menos cinco países y esta necesidad ha mejorado la cooperación entre los países al mayor nivel de las cuencas hidrográficas. Las principales cuencas de los ríos se organizan ahora a través de autoridades de cuenca (Volta, Níger...) o iniciativas de cuenca como es en el caso del río Nilo. Muchos de estos organismos están en proceso de estudio e im-

plementación de una visión común y una planificación de desarrollo integral. La mejora de una visión común y construir un futuro común será una herramienta fundamental para el desarrollo sostenible de África.

La cooperación regional a través de organizaciones regionales, como ECOWAS y SADCC también son importantes para el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos para la salud humana y la prosperidad económica. Iniciativas de este tipo se encuentran

están en desarrollo o implementación (Directrices de ECOWAS para proyectos grandes de la presa).

En términos de planificación, existen algunos avances con el programa de la NEPAD, el PIDA y muchos otros programas regionales y otros planes específicos al sector de los recursos hídricos. A su vez, existe una creciente voluntad política a través de los planes e iniciativas AMCOW y otras iniciativas que permitirán un espacio para el progreso en el futuro.

## Asegurar enfoque participativo, la equidad en el desarrollo de proyectos de recursos hídricos

A niveles, local, de cuenca y nacional, será importante garantizar la plena participación de todas las

partes interesadas, incluyendo a las personas afectadas en el proceso de preparación y ejecución para lograr

la equidad y un desarrollo a largo plazo.

## Necesidad de mejorar la financiación del sector del agua en África

Los fondos para el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos provienen de los organismos internacionales, la cooperación bilateral e interestatal, y de los recursos regionales y locales nacionales, públicos y privados. Los esfuerzos internos para movilizar fondos para el sector del agua siguen siendo débiles en muchos países y regiones. En el marco de los ODM, se han movilizado gran cantidad de fondos y se han conseguido algunos éxitos en término de acceso al agua, pero existe una necesidad de mejorar la movilización de fondos a nivel nacional y local para garantizar la aceleración del desarrollo en el sector. El crecimiento económico experimentado en muchos países de África ofrece posibilidades importantes para este tipo de acciones y cuando se combina con el apoyo internacional proporcionan

una base sólida para el desarrollo sostenible.

África está recibiendo cada vez más inversión directa y está experimentando en algunas regiones un importante crecimiento económico. En general, los sectores hidroeléctrico y sector energético están proporcionando un retorno importante de la inversión con un mercado cada vez más importante a través de los pools de energía regionales y se encuentran más adaptados a la inversión privada en su modalidad de Asociación Público Privada como está ocurriendo ahora en muchas regiones y sectores de la economía africana. Una parte importante de la financiación pública y multilateral debería asignarse al suministro de agua, su saneamiento y la producción de alimentos a través de la agricultura de regadío. Los perfiles

de financiación deben adaptarse al hecho de que el agua es un recurso vital para la vida y para la seguridad económica.

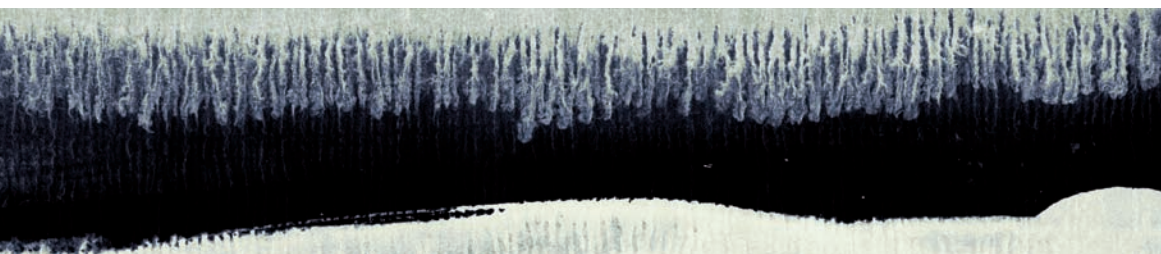
Puesto que los nuevos objetivos de desarrollo sostenible ODS se adoptarán en breve, es importante asegurarse de que dichos objetivos sean respaldados por acciones reales en términos de asignación de fondos, mejores condiciones de ejecución y seguimiento.

**Adama Nombre**

Ingeniero Civil  
Presidente del Comité de Grandes Presas  
de Burkina Faso  
Presidente de Honor de ICOLD

# AGUA Y VIVIENDA SOSTENIBLES

Emiliano Rodríguez Briceño



**DESCRIPTORES:**  
AGUA Y VIVIENDA SOSTENIBLES  
EL AGUA, FUENTE DE VIDA  
SANITARIO ECOLÓGICO SECO  
CISTERNA PLUVIAL  
BIOFILTRO  
CALENTADOR SOLAR  
FOGON AHORRADOR  
ESTUFA SOLAR  
HUERTO  
PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

**H**ará algo más de dos años, Ramiro Aurín, amigo, ingeniero y director de esta publicación, me pedía referencias para desarrollar un evento sobre la mujer y el agua en México. Yo, al hilo de aquella conversación, y sin que la relación pareciera evidente, lo puse en contacto con el proyecto *Agua y Vivienda Sostenibles*, que la ONG que hoy se conoce como Fundación Latinoamericana para *Agua y Vivienda Sostenibles*, estaba desarrollando en el estado mexicano de Querétaro.

Hoy escribo este artículo animado por él, pero también por el convencimiento de la importancia que para millones de personas podría tener la extensión y difusión de un trabajo de estas características. Permítanme por todo ello, que empiece con unas palabras del propio Ramiro Aurín que comparto plenamente: “Con los años nada me emociona más que la voluntad sincera de cooperación, y nada me desazona más que los sofisticados manuales de malas intenciones.”

*Agua y Vivienda Sostenibles*, es un proyecto que me ha permitido atestiguar cómo puede cambiarse la vida de familias completas en términos de salud, económicos y educación, en un núcleo de población indígena de México.

*Agua y Vivienda Sostenibles*, fue propuesto por iniciativa de Ramiro y, a través suyo, por el Consejo Mundial de Ingenieros Civiles y por Interagbar, para el Premio de Mejores Prácticas de ONU-Agua, *El Agua, Fuente de Vida*, y para describirlo me he basado en la información preparada por los autores del proyecto, junto con el propio Ramiro, y en la que modestamente también colaboré.

*Agua y Vivienda Sostenibles* es un programa desarrollado por la Fundación Latinoamericana para *Agua y Vivienda Sostenibles*, ONG fundada por tres personas que desde hace 15 años se dedica a este tipo de promoción social, en nueve municipios del estado de Querétaro en México. Municipios como Amealco, Jalpan, Arroyo Seco, Landa de Matamoros, Peñamiller, Cadereyta, San Joaquín, y Ezequiel Montes, que poseen unas características muy diferentes desde el punto de vista geográfico y paisajístico, que van desde el semi desierto árido y frío de la altiplanicie mexicana, hasta el desierto cálido, árido y sofocante, pasando por cumbres con pinales y con densas y húmedas nieblas de forma permanente.

En la realización del proyecto han participado y concedido su apoyo, diversos particulares y administraciones,

tales como la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Programa de Rescate Lerma-Chapala, la Secretaría de Desarrollo Social y la Comisión para los Pueblos Indígenas, así como dependencias del Gobierno Estatal, la Universidad Autónoma de Querétaro, y con ellas, muchas personas que han dedicado su esfuerzo. La coordinación del proyecto ha sido llevada a cabo por la ONG, Fundación Latinoamericana para *Agua y Vivienda Sostenibles*, a cargo del Lic. Manuel Pérez Cascajares y el Ing. Abraham Ramos Alvarado.

La descripción del proyecto en cuanto a infraestructura es simple. Con un coste aproximado de 9.000 dólares por vivienda, se incluye la construcción, instalación, seguimiento y mejora de:

- Sanitario ecológico seco
- Cisterna para captación pluvial
- Biofiltro para aguas residuales grises
- Calentador solar
- Fogón ahorrador
- Estufa solar
- Huerto y producción de semillas

El proyecto contempla un programa de sensibilización y capacitación para madres y padres de familia; así como la mano de obra que aportan las familias, en general, que puede representar hasta 3.500 dólares, aplicables a la auto construcción e instalación de la infraestructura mencionada.

Los objetivos fundamentales del programa son mejorar las condiciones de salud, a través de una mayor salubridad y mejor alimentación, así como elevar la calidad del agua y fomentar su uso más eficiente.

El Programa y los esfuerzos de sensibilización, movilizan la conciencia de la comunidad sobre el uso adecuado del agua y el saneamiento en la vida diaria, gracias a una mayor comprensión.

Teniendo como eje rector la cultura del agua, estos conceptos se trasladan a la práctica en la vivienda,



**Fig. 1. Un círculo de vida.**

© Emiliano Rodríguez.

con repercusiones en la educación de todo el núcleo familiar y se aplica tanto en la parcela como en las unidades de estancia. El objetivo conceptual es promover un salto cualitativo en las condiciones de habitabilidad y sostenibilidad de las viviendas familiares en núcleos rurales de estructura dispersa, entre la población indígena y/o mestiza, con nula o muy deficiente conexión a redes de saneamiento y abastecimiento de agua y energía, en las que las familias deben ser los actores principales, y simultáneamente, que el programa de sensibilización desarrollado, funcione de manera efectiva con la difusión del proyecto, generando una generación de mujeres que lideren el cambio.

Los medios implementados para alcanzar este objetivo han sido:

1. Creación de sanitarios ecológicos secos, donde antes se defecaba al aire libre, o con descarga en los terrenos aledaños a la casa. El producto de estos sanitarios es un compost de muy buena calidad.
2. Captación y almacenamiento de

- agua de lluvia, que permite disponer de agua potable a la familia.
3. Depuración de las aguas grises mediante filtro verde, y posterior aprovechamiento para riego de huerto y jardín.
4. Creación de huertos a partir del compost, no solo de los sanitarios, sino fundamentalmente de restos vegetales y agua, lo que supone una importante mejora de la producción alimentaria, llegándose en ocasiones a producir excedentes para su venta o trueque.
5. Calentador solar de agua, que proporciona agua caliente sanitaria, de la que antes se carecía o, en el mejor de los casos, se conseguía utilizando leña como combustible.
6. Sustitución de hornos abiertos por hornos cerámicos cerrados, con ahorro de hasta el 70% de leña.
7. Utilización de ollas solares, que ahorran leña y tiempo de atención por parte de las madres. Son portátiles, y permiten cocinar en el campo durante el laboreo.



**Fig. 2. Áridos pastizales amarillos.**

© Emiliano Rodríguez.

8. En ocasiones, también la instalación de sistemas solares de iluminación interior.
9. Creación de un deshidratador solar para mejor conservar los excedentes producidos en los huertos.

Con este conjunto de actuaciones se consiguen incrementos de la renta familiar de hasta el 50%.

Los resultados cuantitativos y cualitativos resultan tangibles en la cotidianidad: la comunidad de Chitejé del Garabato en Amealco Querétaro, México, donde reside el núcleo del proyecto, es la población que registra el mayor índice de suicidios y violaciones intrafamiliares en el Estado; sin embargo, las familias involucradas en el proyecto, no registran ningún caso al respecto. Desde la autoconstrucción de la vivienda, las madres se convierten en el motor del modelo social, logrando un cambio en la percepción y consideración de la figura materna, y femenina en general, por parte de los hijos. Los padres interactúan con respeto al convertirse la madre en proveedora de los recursos básicos para la familias. La educación en la sostenibilidad desde el núcleo familiar les genera una identidad que los mantiene al margen de las adicciones y conductas criminales, al ser conscientes de que su trabajo en casa les involucra como proveedores de la misma, sintiéndose elementos fundamentales para mantener y mejorar la infraestructura de la vivienda sostenible. Las enfermedades asociadas a la mala alimentación y a la falta de salubridad e higiene desaparecen,

y así lo indica la drástica reducción de las visitas al médico de las familias involucradas en el proyecto.

## HITOS

|||||||

1. Campaña de sensibilización para convencer a las familias que entren a las iniciativas.
2. Construcción/Autoconstrucción: la mano de obra es la propia familia, elemento fundamental en la identificación con la iniciativa.
3. Capacitación en explotación e integración en su vida de la nueva infraestructura.
4. Puesta en marcha de la infraestructura.
5. Momento en que a través de la autosuficiencia la familia es capaz de hacer evolucionar el proyecto, generando nuevas rentas.

Hasta aquí la descripción del proyecto, realizada por quienes lo propusieron al *Premio de Mejores Prácticas de ONU-Agua*. Mientras yo mismo la leía, como persona acostumbrada a leer libros y a gozar de las imágenes que mi imaginación pone a los textos, me di cuenta que su lectura no traía automáticamente a mi imaginación esa visión que desarrollamos los lectores, y que nos permite gozar un libro o un artículo; ni mucho menos llegaba a imaginar una parte de lo que en realidad, había vivido en el campo, atestiguando los resultados del proyecto y que fueron los que me llevaron a hablar sobre él, no sólo con Ramiro sino con muchas personas con quienes he podido compartir la visión del cambio vital y

cultural experimentado por las familias involucradas.

Lo anterior es lo que me llevó a escribir, consciente probablemente de que carezco de la habilidad necesaria, pero con el deseo de reflejar, en parte, la realidad de la vivencia personal e incorporar las palabras de varios de los protagonistas del proyecto, palabras que he intentado conservar tal como las he escuchado, con el particular acento y construcción que deja al español, una lengua indígena como su Otomí materno. Por otra parte, deseo hacer llegar a los posibles lectores, no sólo las palabras de los participantes, sino tratar de que encuentren en ellas la emoción ante un proceso vivo que altera para siempre el entorno de familias, evolucionado desde un modo de vida en condiciones físicas y culturales en las que la salud, el desarrollo y la dignidad están seriamente comprometidos, a convertirse en verdaderos dueños de su futuro y su despertar a una cultura diferente, más plena y más satisfactoria.

## EL PAISAJE

|||||||

Amealco, municipio en el que se sitúa el área del proyecto, está situado en la altiplanicie mexicana por encima de los 2.500 m; y hasta los 3.500 sobre el nivel del mar, se extienden una serie de lomas en las que existieron bosques y que la deforestación ha convertido en áridos pastizales amarillos.

Chitejé de Garabato, una población indígena, cuyo centro urbano



está formado por unas cuantas calles y que se extiende en una serie de caminos y veredas en los que la población se asienta en viviendas separadas entre sí, unos 500 m, o más, que difícilmente podríamos denominar “pueblo” a pesar de su número de habitantes. Es descrito por el maestro de la Escuela Secundaria como sigue:

“Mi nombre es Jesús Camargo Hernández, trabajo en la Escuela Secundaria ubicada en la comunidad de Chitejé de Garabato, es una comunidad de carácter indígena, con aproximadamente 2.700 habitantes. Siendo una comunidad tan pequeña, tenemos una gran cantidad de problemas de carácter social dentro de los cuales podemos mencionar alcoholismo, drogadicción, violencia y uno que en lo que particularmente, causa cierto temor de poderlo hablar de manera amplia, no de mi parte, sino de parte de los habitantes de la comunidad, que es el abuso sexual. El abuso sexual se ha convertido en un problema que a la postre, lleva a los jóvenes a la toma de otro tipo de decisiones como es la tendencia hacia lo que es el suicidio, hacia lo que es la drogadicción, el alcoholismo, la violencia. Nosotros como escuela, como institución nos agarramos de cualquier programa que se nos presente y que nos ofrezca y le pueda dar a los jóvenes la oportunidad de salir de donde están.”

Pasamos por el centro urbano del pueblo y vamos rumbo a casa de Sofía. Circulamos entre las colinas y nos detenemos donde el sendero pedregoso permite llegar al vehículo, nos bajamos a caminar por senderos originados por el trasiego de la gente y el escurrimiento de las aguas torrenciales en la época de lluvia, hasta llegar de repente a un núcleo arbolado en el cual el color verde contrasta con el pasto amarillento y se presenta como un diminuto oasis. Una pequeña reja se abre a nuestro paso y entramos a una zona que nos parece exuberante en contraste con su

entorno. Una casa típica de la región se presenta ante nosotros y entre las hortalizas se distinguen diferentes instalaciones.

A nuestro encuentro sale una pequeña mujer de piel morena, ojos inteligentes y una grata sonrisa a darnos la bienvenida. Ella es Sofía, la dueña de la casa y quien lidera el proceso desencadenado por el proyecto *Agua y Vivienda sostenibles*.

Sentados a la sombra refrescante de un grupo tupido de árboles y arbustos floreados, Sofía nos muestra algunas instalaciones, y de aquí en adelante, cedo la palabra a las descripciones y comentarios de Sofía y su familia:

“Pues allí está el techo donde captamos el agua de lluvia, es de ferrocemento, igual que la cisterna donde la almacenamos, el lavadero donde la utilizamos para todo el aseo personal. El biofiltro en primera instancia, el segundo y el tercero que es la jardinera, luego la pila donde ya acumulamos el agua y, por último, tenemos lo que es el paisaje del jardín. Para cuidar nuestra agua tenemos un sanitario seco, un sanitario que no utilizamos agua, sólo tierra, pues nuestro sanitario tiene detrás unas compuertas, porque aquí lo que se le aplica es tierra, esto pues nos sirve muchísimo, porque no utilizamos agua sino que él nos da composta y esa composta nos sirve para mejorar también la calidad de suelo que tenemos. Aquí hemos sembrado lechugas, zanahorias, betabel, en general todo lo que es la hortaliza, desde lo que es rama y lo que es bulbo. Ha sido un beneficio muy grande porque nuestros hijos consumen de todo.

Para ahorrar el agua es muy importante saber cómo trabajarla. Dentro de esto también aprendimos a tener nuestras plantas medicinales para mejorar nuestra salud, para el control biológico de la plaga y tenemos lo que es la composta verde, esa es la preparación, follaje verde y seco y dentro de él tierra y lo que tenemos

acá es lo que ya es el abono orgánico. También tenemos la formación sobre cómo sembrar.”

Nos muestra pequeñas cajas de cartón, residuos de cajas de refrescos, que utiliza para llenar de tierra y usar como semilleros de las plantas.

“La siembra no se hace directa por el ahorro de agua que se hace, si sembramos directamente utilizamos mucha agua, porque la semilla es muy pequeña; lo que hacemos es fabricar cajones muy pequeños, en ellos los tenemos como cuneros y después los traspasamos. Eso lo utilizamos nada más en lo que es pequeño y, después, los traspasamos siguiendo el ahorro agua utilizando pequeñas cajitas.”

En el interior de una de las habitaciones nos muestra:

“Pues aquí también lo que tenemos es nuestro fogón ahorrador. Para nosotros ha sido muy bueno, para la salud y la economía; en salud porque ya no inhalamos humo; en economía, porque es muy poca la leña que utilizamos, siendo de los follajes que sacamos, de lo que se colecta de los árboles. Anteriormente comprábamos la leña, pero también aprendimos que talando más árboles estábamos afectando nuestro medio ambiente. Ahora, lo que hacemos es plantar

**Fig. 3. Piel morena, ojos inteligentes.**

© Emiliano Rodríguez.





**Fig. 4. Su hija adolescente.**

© Emiliano Rodríguez.

nuestros propios árboles y tomarla de ellos, ya no tenemos que comprar y, aparte de esto, nos deja de ceniza que usamos, también, para nuestra composta y ello, también mejora nuestra calidad de medio ambiente.”

Saliendo, señala orgullosa otra construcción:

“El calentador solar es otro gran beneficio porque ya no compramos gas que ahora tiene un coste muy elevado. Ahora aprovechamos el sol y hoy es un gran apoyo, porque tenemos agua a todas horas calentísima. Me puedo bañar cuando quiera y en cambio, antes teníamos que calentar agua y tardaba muy poco en enfriarse, pero ahora ya tenemos agua y nos podemos bañar cuando queramos.

Para nosotros el agua es sagrada y al cuidar el agua, como le comentaba, hemos logrado tener 500 árboles cuando no teníamos más que uno. Los árboles nos dan mejor vida, mejor oxígeno y ayudan al cuidado de nuestro medio ambiente. Pues es esto lo que hace un momento les comentaba, que es un círculo de vida de todo lo que vimos anteriormente. Si no tuviésemos ahora lo que vimos en

captación de agua, no tendría yo este jardín que es muy acogedor, y lugar de disfrute de la familia. Yo, la verdad nunca soñé poder lograr esto. Empezamos a trabajar duro y lo logramos, ahora estamos contentos y, cuando llega la familia y nos dicen que les gusta estar en nuestro jardín, pues para mí es maravilloso, se cierra mi círculo de vida que les digo. Pues la verdad, como yo soy feliz mi familia es feliz y los que me visitan son felices. A mí me gusta que hay más familias que necesitan vivir esto, que necesitan tener un lugar acogedor para que nos dé una mayor integración familiar.”

Su hija adolescente nos comenta:

“Me llamo Perla Iveth y tengo 16 años, en lo personal este proyecto me ha servido para valorar a mi familia y sobre todo a mi mamá y gracias a este proyecto hemos estado siempre juntos en las buenas y en las malas y hemos aprendido a tener mejor salud y a comer más y mejor, a equilibrar nuestros alimentos, y me ha motivado a seguir adelante para ayudar a mi familia.

Mi mamá y mi papá antes peleaban mucho, no sé... probablemente por interés, por el dinero, tal vez porque no había nada de comer y ahora que tenemos el huerto, no hace falta nada de comida, como del huerto, frutas y verduras que vayamos sacando las podemos ir vendiendo y sacar recursos para comprar cosas según los gastos necesarios.

Aquí todos tienen deberes, no importa si eres hombre o eres mujer, aquí todos vamos a cocinar, todos vamos a trabajar el suelo y, en general, todos vamos a tener una responsabilidad.”

Sofía sonrío ante las palabras de su hija y sigue:

“Como cabeza de familia y como mamás, es nuestro deber involucrar a nuestros hijos, motivarlos y enseñarles de qué se trata este proyecto, que es lo que tenemos, es en general todo.

Empecé a ver que todo lo que estaba haciendo a la gente le gustaba y lo empezaba a trabajar, entonces ya no había nada que pudiera detenerme y necesitaba aprender más y más. Empecé a buscar libros que me dieran más información, y me invitaron a un foro a dar charlas. Ya no soy esa persona sumisa que estaba metida en casa y empecé a involucrar a mis hijos.

Antes, casi no había comunicación en nuestra familia, ahora en el huerto estamos felices y es el lugar de encuentro y dónde charlamos y solucionamos nuestras preocupaciones.

Entendemos la familia como un equipo, yo creo que el apoyo mutuo es la base más importante de la familia.”

—¿Y cómo era antes de todo esto Sofía? ¿Cómo era su vida?— le pregunto ya sentados en su modesto comedor.

“No era sociable, mi entorno se reducía nada más era cuidar a mis hijos. Tenía a mi hija, y mi hijo de 8 meses, le llevaba a educación inicial y estamos aproximadamente a 40 minutos de llegar a la escuela, era una niña tan pequeña que la tenía que llevarla en brazos, no podía pararme a charlar con ninguna compañera, pues no tenía tiempo, porque debía acarrear agua, más o menos un kilómetro de distancia, ya que no teníamos red de agua potable. Además, teníamos que salir a buscar mucha leña. Esa era mi vida cotidiana, en la que también se incluía tener que ir a cocinar algunas veces al comedor escolar donde mi hija estudiaba primaria.

Un día, recuerdo que nos convocaron a una reunión importante pero no tenía muchas ganas de ir, porque nunca me toca nada, pero una amiga me convenció. Se hablaba y discutía sobre diez cisternas. Me marché porque insisto, nunca me toca nada. Aproximadamente un mes más tarde, fuimos al municipio de Amealco y encontramos al delegado presionado

ya, porque ya había una lista de 10 personas beneficiadas, pero estas personas tenían que entregar cierta documentación para legalizar todo esto. Pero resulta que hubo una persona que, finalmente, no quiso y fue en ese momento cuando nos ofrecieron nuestra cisterna, el fogón, el sanitario y el biofiltro.

En aquel momento yo estaba embarazada de mi hija y tenía de depresión muy grande, pues mi actitud era mucho menos entusiasta. Pero ya aproximadamente el mes de enero o febrero empezamos a captar agua, vi que mi trabajo de acarrear agua ya no era mucho, empecé a ver que el sanitario era muy útil, entonces ya fue cuando poco a poco empecé a aceptar el ordenamiento.

No me costó mucho, porque siempre me ha gustado tener el máximo orden que puedo, donde ahora hay vegetación antes no existía. Mi esposo me animó a tener macetas y ver crecer las flores me hizo sentir bien y comenzar a superar poco a poco la depresión. Mi esposo y yo nos involucramos en los diferentes trabajos que compartíamos y eso fue una gran motivación.”

Curioso ante el cambio que iba experimentando, le pregunto:

—¿Cuánto tiempo transcurrió entre la construcción del sanitario y que ustedes lo empezaran a utilizar como debiera de ser?—

“Tardamos aproximadamente casi medio año desde que terminamos de hacerlo, pero ya durante un año no tuvimos el problema, vimos que no había olores, nada, todo estaba bien. A los 6 meses se llena una cámara, pasamos a la otra que estaba vacía, no había problema pero llegan los otros 6 meses, fue la parte difícil de decidir, quién iba a sacar todo lo que estaba allí.

Fue la parte más complicada y siempre, como amas de casa, somos las primeras que tomamos la inicia-

tiva en nuestra vivienda. Agarré pala y carretilla y me puse a ello. Yo creo que mi familia creyó que iban a ver un monstruo allí y al sacar la primera palada, resulta que saco composta, (en esos momentos ya estábamos en la elaboración de composta) y luego que saco la tierra que había agregado nada más con olor a humedad, esa fue la única diferencia y empezamos a sacar y a sacar y no, no encontramos nada, nada mal. No había mal olor, solo olía a humedad.

Todavía lo cubrimos durante 6 meses con follaje, después lo sacamos, lo apilamos y lo cubrimos, de nuevo, con follaje, para después agregárselo a los árboles. Estoy muy contenta porque he logrado plantar aproximadamente 500 árboles, quitar la erosión que tenía aquí en este pedazo de terreno seco. Tengo mis pinos que ayer estuve podando y me dije: increíble ahora que le estoy quitando unas ramas, cuando al principio metí unas varitas. Estoy muy satisfecha porque no solo nos ahorramos acarrear agua, sino que estamos en la parte ambiental, se mejoró nuestro suelo, estamos plantando árboles para la barrera rompe-vientos. Como ven ustedes, aquí estamos en un lugar con cambios muy bruscos de temperatura, ya que llegamos bajo cero. O cuando vienen los vientos fuertes son muy agresivos y ahora ya no tenemos ese problema.

A parte hemos descubierto que tenemos muchos nidos de pájaros diferentes, antes no teníamos ninguno. Tenemos panales colgados en los árboles y, además, no estamos contaminando. No estamos utilizando agua, aunque tenemos la red de agua potable, porque tenemos nuestra cisterna. De hecho, ahora cuando hay problemas de tener agua por la red, yo ni lo noto, gracias a mi cisterna. Si requiero regar alguna planta en épocas de sequía tengo mi agua reciclada, entonces para mí ahora que me preguntan, es una maravilla.

Es el único proyecto que he recibido del gobierno y lo he tomado tal



Fig. 5. Igual que la cisterna.

© Emiliano Rodríguez.



Fig. 6. El biofiltro.

© Emiliano Rodríguez.



Fig. 7. Aquí sembramos lechugas.

© Emiliano Rodríguez.



**Fig. 8. Un pequeño oasis.**  
© Emiliano Rodríguez.



**Fig. 9. Vimos que no había olores.**  
© Emiliano Rodríguez.



**Fig. 10. Nuestro fogón ahorrador.**  
© Emiliano Rodríguez.

cual es, con sus beneficios. Cuando vi todo el beneficio que me estaba dando, ya fue a finales de 2007, me motivó mucho más continuar, ahí si entré a socializar con mis compañeras porque me pregunté por qué no se podrían beneficiar otras personas igual que yo.

Ahora, si alguna tiene algún problema somos como una familia. Somos 70 personas y, si en algún momento alguna tiene algún problema más importante, se le da prioridad.”

El proyecto ha sido adoptado por un total de más de 70 familias. Unas, con una problemática parecida a la de Sofía y otras, probablemente menor. Pero entre ellas Sofía, ha despuntado como una verdadera líder de su comunidad y ha formado con sus compañeros un grupo muestra, que recibe visitas de instituciones, escuelas y otras ONG interesadas en el proceso. Cada visita organizada ofrece una comida que es pagada a la familia que la prepara y esto deja un beneficio económico por visita de 100 dólares aproximadamente. Han organizado un rol para ser beneficiados en forma equitativa. El orden se rompe si una familia está más necesitada y se le da preferencia. También existe sanción, si una familia no trabaja de forma adecuada, salta su turno en el rol.

Sofía sigue relatando:

“En esta temporada sembramos lechuga orejona, calabacitas, cilantro... todo lo que es de esta temporada. Vamos trabajando por medio de temporadas, la lechuga romanita por ejemplo, ahora no es muy viable porque no tenemos un invernadero. Un técnico nos asesoró para el huerto, también nos enseñó a hacer un abono y nos animó mucho. Él nos decía que sería una locura parar todo esto.

Yo tenía una niña con asma, y el técnico nos enseñó a preparar jugos energéticos para evitar enfermedades y mi hija superó el problema de asma. Aprendimos lo importante

que es tener una dieta equilibrada y fuimos cambiando también nuestros hábitos alimenticios. Pagamos a la persona que nos diera un taller y logramos hacer una poza.

Hace unas semanas llegó *México tierra de amaranto* para ofrecernos sembrar amaranto y se fueron con la idea de que sabemos trabajar ya que pusieron a prueba nuestro amaranto y pasamos todo el proceso de que era orgánico, y ahora estamos obteniendo un recurso en dinero con la venta de hoja de amaranto, y pude pagar la ficha de prepa de mi hija, con esos ahorros que me entraron en amaranto. Sembraba mucha verdura y a veces tenía excedente, pero ahora con el amaranto, ya nada más le dediqué una parte a la verdura y lo demás al amaranto. Ahora tenemos la meta de ahorrar y poder pagar un invernadero, de hecho, ya hay unas compañeras que tienen su invernadero y vamos ahorrando semana tras semana.”

—¿Qué diferencia hay entre como vivía y cómo está ahora?—

“Muchísima porque ahora soy otra persona. Tenía una actitud de hacer algo pero no sabía qué, y ahora conozco mi comunidad. Creo que en ese momento ni conocía mi comunidad, no conocía sus necesidades. Soy de las personas que en un momento levanto el ánimo de mis compañeras y les animo cuando me dicen que sus esposos no las van a ayudar.”

—¿Por qué a las otras no las apoyan sus esposos?—

“Me daba miedo pensar que podía estar generando conflictos entre pareja, pero no fue así; llegó el momento que muchas fueron fuertes, y vieron el beneficio para su propio esposo.

Yo creo que a veces, las mujeres de la comunidad son muy sumisas a lo que nos dice el esposo y, por eso, no logramos hacer nada, pero al final,

llegamos a la conclusión de que por lo general, nosotras como mujeres somos las que sufrimos más, por nuestros hijos, porque si no hay de comer, dinero para comprarles de comer a nuestros hijos, ¿a quién es a la que le van a pedir? a la mamá, si hay que ir a acarrear leña, la mamá; si hay que ir a traer agua, la mamá. Y ahora ya no sufrimos esos problemas.

Yo le digo a mis compañeras que no siempre hay que esperar que nos den, también hay que dar.

Ahora que lo analizo, ¿por qué me tienen que pagar por hacer un beneficio mío?, pero tenía que ser de esa forma y ya hasta ahora estoy muy contenta de todo eso, y la parte más difícil era convencer a las compañeras.

Y sigo curioso:  
—¿Y los hijos, Sofía?—

“Cuando comenzamos, tenía dos hijos ya grandes, una tenía 15 años y el otro tenía 13, a ellos sí fue ya más difícil, cambiarles los hábitos, como que tenían que comer verduras o hacer composta. Un día mi hijo de 13 años me preguntó por qué hacía caso a «esos locos», yo le contesté que él lo tenía que hacer igualmente. Y esa es una de las cosas que también he aprendido, a decir las cosas con autoridad.

Así hemos ido creciendo poco a poco, y somos una familia unida. Ya con las otras niñas, no fue tan difícil, y empezaron a involucrarse mucho más; de hecho de la que estaba yo embarazada lo ha asumido y aprendido desde el principio. Recuerdo que la pequeña, tras regresar a casa de su primer día en la escuela, me preguntó asombrada por qué su profesora no separaba las basuras y sus compañeros dejaban tiradas las botellas, ensuciaban y dejaban todo esparcido por el suelo.

Han tenido buena experiencia pero a veces, en su momento, sí me daba miedo involucrarme tanto en el proyecto, porque decía, me voy a meter tan de lleno al proyecto y se

me van a olvidar mis hijas, pero no fue así, sino que fuimos creciendo en conjunto. Michel es mi hijo y tiene ahora 20 años; está en un rancho donde está haciendo lo mismo que hacemos aquí. Un día llegó una persona que en ese momento iba a abrir un campo en el Colorado y me preguntó si podía buscarle una persona que le ayudara, en aquel momento mi hijo tenía 16 años, pero quiso marchar a trabajar a Colorado. Viendo su deseo y lo que yo les había inculcado, pensé: ¿verdad hijo que esta locura se contagia?

Mis hijos se han concienciado mucho con el cuidado al medio ambiente. Creo que hemos hecho una buena familia y ojalá esas generaciones vayan creciendo de esa forma. Ahora no tenemos problemas de desnutrición como tuve con mis primeros hijos. No tenemos ese problema, que tuve con mis dos hijos primeros, que tenían problemas de desnutrición.”

Sofía se ha descubierto a sí misma como líder, es otra persona y goza de su despertar. Sus palabras conmueven y mueven su entorno. Hacen reflexionar que el agua no es sólo vida o desarrollo, salud y bienestar, el agua es también dignidad.

**Emiliano Rodríguez Briceño**

Ingeniero Civil  
Subdirector General de Planeación  
de la Comisión Nacional del Agua  
Vocal de la International Water Association  
(IWA), Representación México



**Fig. 11. Semilleros de las plantas.**  
© Emiliano Rodríguez.



**Fig. 12. ¿Por qué la maestra no separa la basura?** © Emiliano Rodríguez.



**Fig. 13. ¿Verdad que la locura se contagia hijo?** © Emiliano Rodríguez.

# RIB AGUA

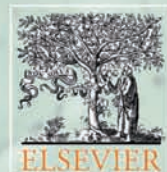
ISSN 2386-3781

Volumen 2 Número 1 - 2015

REVISTA IBEROAMERICANA DEL AGUA



Supported by  
Spain Water  
and IWHR, China





# SERIE WATER MONOGRAPHS

El Consejo Mundial de  
Ingenieros Civiles, las  
Naciones Unidas y la  
Fundación AquaE firmaron

un acuerdo para publicar una serie  
de monografías sobre los temas elegidos  
cada año para conmemorar los "Años Internacionales  
del Agua" declarados por la ONU durante el trienio 2013 - 2015.

## LA COOPERACIÓN EN LA ESFERA DEL AGUA

La monografía analiza, entre otras cosas: la importancia de la cooperación de agua a niveles regional y global; los retos pendientes de cooperación en agua, energía y tratamientos; el derecho humano de acceso universal al agua y saneamiento sin discriminación y la necesidad de abordar los temas de cooperación en una manera regular.



(VERSIÓN INGLESA)



(VERSIÓN ESPAÑOLA)

## AGUA Y ENERGÍA

La monografía analiza, entre otras cosas: la importancia del binomio Agua-Energía; las respuestas políticas transfronterizas al binomio, el papel de la agencia ONUDI, los retos del conocimiento para abordar políticas hídricas y energéticas de manera integrada del agua y la energía junto con soluciones e iniciativas de las Naciones Unidas sobre el tema.



(VERSIÓN INGLESA)



(VERSIÓN ESPAÑOLA)

# Cada día podemos hacer del mundo un lugar **más sostenible**



Únete a los que quieren cambiar las cosas  
**Es tiempo de acción**  
Fundacionaquae.org

