

## Capítulo tercero

# La gestión del nexo agua-energía-alimentos: la clave para el desarrollo sostenible

María del Mar Hidalgo García

### Resumen

Considerando el aumento de la población mundial, el crecimiento económico y el auge de la urbanización, es posible que el mundo se enfrente a una grave crisis de recursos hídricos en el año 2050. Para evitar esta situación es necesario realizar una gestión adecuada del agua teniendo en cuenta su compleja relación con el sector alimentario y con el energético.

Por otro lado, la gestión del agua juega un papel clave para alcanzar un desarrollo sostenible del planeta. Se ha conseguido un gran avance ya que el agua y el saneamiento constituyen un objetivo específico dentro de la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, en concreto el número 6. Sin embargo, a pesar de dedicar un objetivo específico es necesario considerar que el agua es un recurso estratégico y transversal que incide en el cumplimiento de todos los demás objetivos.

### Palabras clave

Agua, ODS, sostenibilidad, recursos hídricos, saneamiento.

**Abstract**

*Considering the increase of the world's population, the economic growth and the rise of urbanization, it is possible that the world is facing a serious crisis of water resources in the year 2050. To avoid this situation, it is necessary to make appropriate management of water taking into account its complex relationship with food and energy.*

*On the other hand, water management plays a key role for achieving sustainable development of the planet. Water and sanitation constitutes a specific objective within the Agenda 2030 for sustainable development, in particular the number 6. However, despite devoting a specific target, it is necessary to consider that water is a strategic and transversal resource that has a considerable impact on all the other objectives.*

**Keywords**

*Water, SDG's, sustainability, water resources, sanitation.*

## Introducción

El 71 % de la superficie de la Tierra está cubierta con agua. De este porcentaje, un 97,5 % corresponde a agua salada y el 2,5 % restante a agua dulce y de esta solo un 30 % está disponible para uso humano ya que el resto forma parte de glaciares<sup>1</sup>.

Según el informe *World Water Development* de 2015 de la UNESCO, el mundo se enfrentará a una grave crisis de recursos hídricos en 2050 si se tiene en cuenta el aumento de población mundial, el crecimiento económico y la urbanización. Si además se consideran el aumento de la producción alimentaria y de la demanda de energía, asociados a este desarrollo imparable de la humanidad, no es difícil predecir que el mundo puede encontrarse en los próximos años en una situación muy preocupante de estrés hídrico.

Aparte de las amenazas más tradicionales como el terrorismo o los conflictos, en la actualidad el planeta se enfrenta a nuevos desafíos que están relacionados con el crecimiento de la población mundial, la degradación del medio ambiente y la competición de recursos. Del concepto de seguridad intrínsecamente unido a la defensa de los territorios, en los últimos años se ha pasado a considerar el concepto de seguridad desde un punto de vista multidisciplinar. En este contexto han surgido numerosos términos que particularizan los requisitos concretos que deben de alcanzarse en la gestión de determinados recursos para evitar que surjan conflictos. Como ejemplo de estas nuevas dimensiones de la seguridad se podrían citar la seguridad alimentaria, la seguridad energética o la seguridad hídrica<sup>2</sup>.

En términos de seguridad y desarrollo en un mundo globalizado, el concepto de seguridad humana se alza como la meta a alcanzar. La seguridad humana es un concepto integrador que aborda tres perspectiva fundamentales: la libertad para vivir sin temor, es decir, con ausencia de conflictos, la libertad para vivir con dignidad conforme a la Declaración de los Derechos Humanos y la libertad para vivir sin carencias, teniendo acceso a los recursos necesarios para permitir un adecuado desarrollo que fomente el progreso y evite la aparición de conflictos.

---

<sup>1</sup> WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. París, UNESCO. [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Venice/pdf/special\\_events/bozza\\_scheda\\_DOW02\\_1.0.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Venice/pdf/special_events/bozza_scheda_DOW02_1.0.pdf)

<sup>2</sup> Según la ONU, por seguridad hídrica se entiende: «La capacidad de la población de salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas y de calidad aceptable de agua para sostener los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para garantizar la protección contra la contaminación del agua y los desastres relacionados con el agua y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política» (ONU-Agua, 2013).

Se estima que en 2015 la cantidad total de recursos de agua renovables en el mundo era, aproximadamente, de 38.000 km<sup>3</sup>. En ese año se extrajeron 3.800 km<sup>3</sup> que suponen, por tanto, un 10 % de los recursos de agua dulce disponibles. Sin embargo, esta velocidad de extracción no es uniforme a nivel mundial, ya que hay zonas del planeta en las que esta cifra es mucho mayor, llegando incluso al 100 %, lo que origina que ciertas regiones presenten problemas de estrés hídrico<sup>3</sup>. En 2050, 3.500 millones de personas vivirán en zonas de estrés hídrico, donde la extracción de agua supondrá más de un 40 % en relación con su disponibilidad<sup>4</sup>.

Esta reducción de los recursos hídricos es un fenómeno visible, como lo demuestra la situación actual de las grandes reservas de agua tradicionales. Por citar varios ejemplos: el mar Muerto y el lago Urmia en Oriente Medio, el lago Chad en África, el mar de Aral en Asia Central o el lago Hongjiannao, en el que el área de agua ha disminuido de 67 km<sup>2</sup> en 1969 a 32,16 km<sup>2</sup> en 2013<sup>5</sup>.

Esta situación se va a agravar con el cambio climático, pues el calentamiento de 1 °C afecta de forma directa al ciclo de agua y a los patrones de precipitaciones. Una de las consecuencias del calentamiento global más evidentes son los cambios que se están produciendo en el ciclo hidrológico. El aumento de la cantidad de vapor de agua en la atmósfera, los cambios en los modelos de precipitaciones, tanto en intensidad como adversidad, el deshielo de los glaciares o el cambio en las escorrentías son solo algunas de las alteraciones provocadas por el aumento de la temperatura del planeta<sup>6</sup>. Estos fenómenos pueden provocar cambios en la disponibilidad el agua, tanto en su distribución temporal como geográfica.

Por otro lado, no es posible abordar el problema de la escasez de infraestructuras para la gestión del agua sin tener en cuenta su relación con la producción de alimentos y la energía. Los tres recursos se encuentran vinculados y su gestión conjunta es una tarea compleja cuando se aborda desde el punto de vista de la sostenibilidad, la accesibilidad, la igualdad y el desarrollo económico, principalmente en países en desarrollo en donde la mayoría de la población no tiene un acceso adecuado al agua potable y saneamiento, a alimentos y a fuentes de energía accesibles y seguras.

Con una tasa de crecimiento de la población mundial de 80 millones de personas al año, un incremento de la demanda global de un 50 % de energía,

<sup>3</sup> Informe: «Water Cooperation Quotient». Strategic Foresight Group. 2015.

<sup>4</sup> *Ibid.*

<sup>5</sup> [http://news.xinhuanet.com/english/china/2013-11/28/c\\_132926455.htm](http://news.xinhuanet.com/english/china/2013-11/28/c_132926455.htm) (fecha de consulta 20 de febrero de 2017).

<sup>6</sup> Bates, B. C.; Kundzewicz; Z. W.; Wu, S., y Palutikof, J. P. (eds.), 2008: *Climate Change and Water. Technical.*

Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, pp. 210.

de un 50 % de alimentos y de un 30 % de agua, el único camino posible para afrontar la sostenibilidad del planeta es tener en cuenta la relación intrínseca entre estos tres factores. De lo contrario estaremos ante una situación que puede amenazar la seguridad mundial y que incluso algunos autores la han denominado la «tormenta perfecta»<sup>7</sup>.

### El acceso al agua y al saneamiento como derecho humano

El agua es un recurso natural global único, vital e indispensable para la vida humana y para la función de los ecosistemas. Es insustituible y su gestión no puede ser estudiada desde el punto de vista exclusivamente económico ya que incide en la realización de otros derechos básicos como el derecho a un nivel de vida adecuado, la alimentación, la vivienda e incluso el derecho a vivir con dignidad. A pesar de que estas afirmaciones resultan obvias, el agua no se incluyó de forma explícita en la declaración de los Derechos Humanos ya que se consideró tan fundamental e ilimitada que no pareció necesario incluirla de forma explícita<sup>8</sup>. Sin embargo, este planteamiento no es válido en el siglo XXI, donde los cambios demográficos, el cambio climático, la contaminación y el crecimiento económico ejercen presión sobre los recursos naturales y en especial sobre el agua, provocando situaciones de escasez y de estrés hídrico.

El problema del derecho al acceso agua y al saneamiento es nuevo dentro del seno de las Naciones Unidas puesto que no ha sido hasta 2010 cuando Bolivia lo presentó en la Asamblea General, dando lugar a la aprobación de la Resolución 64/292, en la que se reconoce explícitamente el derecho al agua y al saneamiento como un condicionante previo para la realización de todos los derechos humanos. La resolución exhorta a los Estados y organizaciones internacionales a que «proporcionen recursos financieros y propicien el aumento de la capacidad y la transferencia de tecnología por medio de la asistencia y la cooperación internacionales, en particular a los países en desarrollo, a fin de intensificar los esfuerzos por proporcionar a toda la población un acceso económico al agua potable»<sup>9</sup>.

Posteriormente, en 2014 el Consejo de Derechos Humanos de las Naciones Unidas aprobó una resolución sobre el derecho humano al acceso a agua

<sup>7</sup> <http://www.igd.com/our-expertise/Nutrition-food-and-farming/Sustainable-diets/14827/Perfect-Storm-Scenario-and-Nexus-Thinking/> (fecha de consulta: 18 de abril de 2017).

<sup>8</sup> Hortelano, L., e Hidalgo, M. Documento de Análisis 78/2016: «El agua como derecho humano: retos y limitaciones». Disponible en: [http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs\\_analisis/2016/DIEEEA78-2016\\_DerechoAgua\\_MMHG.pdf](http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2016/DIEEEA78-2016_DerechoAgua_MMHG.pdf) (fecha de consulta: 30 de diciembre de 2016).

<sup>9</sup> Consultar: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S) (fecha de consulta: 20 de enero de 2017).

potable y al saneamiento<sup>10</sup>, en la que se reconoce y clarifica el derecho humano al agua y al saneamiento y reafirma que este derecho significa que toda persona, sin discriminación, tiene derecho a agua suficiente, segura, aceptable, accesible y asequible para su uso personal y doméstico. La resolución contempla también el derecho al acceso «desde el punto de vista físico y económico, en todas las esferas de la vida, a un saneamiento que sea inocuo, higiénico, seguro y aceptable social y culturalmente y que proporcione intimidad y garantice la dignidad»<sup>11</sup>.

Finalmente, en 2015 se dio un paso más, muy importante para la consolidación del derecho humano al agua y al saneamiento. A propuesta de Alemania y España, la Asamblea General de la ONU aprobó por consenso la Resolución 70/169, en la que por primera vez se distinguía el derecho humano al agua y el derecho humano al saneamiento. La importancia de esta distinción radica en el reconocimiento de la priorización y en la necesidad de abordar los muchos impactos que provoca la insuficiencia de servicios de saneamiento en las mujeres y niñas<sup>12</sup>.

El impacto de la creciente urbanización, junto con los cambios en el ciclo hidrológico como consecuencia del cambio climático, pueden poner en riesgo la disponibilidad de agua en el futuro tanto en cantidad como en calidad. Al igual que sucede con el cambio climático, cualquier retraso en tomar las medidas adecuadas no hace sino agravar el problema y los costes asociados. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la falta de saneamiento puede alcanzar el coste de 260.000 millones de dólares, lo que supone entre 1 y 6 % del PIB dependiendo del país<sup>13</sup>.

Evidentemente, el reconocimiento del derecho al acceso al agua y del derecho al saneamiento —aunque puede considerarse un logro de la comunidad internacional y es vinculante— no garantiza el acceso universal, pero puede suponer un avance para obligar a los Estados a incluir políticas de financiación y de ayuda para la distribución de los recursos hídricos, sobre todo entre los más desfavorecidos. También puede fomentar las ayudas destinadas a la adaptación al cambio climático y a priorizar el uso del agua para consumo humano y la alimentación frente a otros sectores como el industrial o el energético.

---

<sup>10</sup> <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G14/177/90/PDF/G1417790.pdf?OpenElement> (fecha de consulta 20 de enero de 2017).

<sup>11</sup> Consultar: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S) (fecha de consulta: 20 de enero de 2017).

<sup>12</sup> <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/169> (fecha de consulta: 20 de enero de 2017).

<sup>13</sup> World Bank, 2015. A Water-Secure World for All. Water for Development Responding to the Challenges Conference Edition. Washington, DC: World Bank.

## La clave de la sostenibilidad: el nexo agua-alimentos-energía

El concepto de desarrollo sostenible apareció por primera vez en 1987 en el informe titulado «Our Common Future» de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo<sup>14</sup>. En él se definía el desarrollo sostenible como «la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades» y lo establecía como el principio rector para el desarrollo mundial a largo plazo<sup>15</sup>.

Según se indicaba en el informe, el desarrollo sostenible solo se puede alcanzar si el crecimiento de la población mundial se desarrolla en armonía con un cambio en el potencial productivo del ecosistema. Este estado armónico no se concibe como un proceso estático sino, todo lo contrario. Se trata de un proceso de cambio continuo en el que la explotación de los recursos, el destino de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y los cambios institucionales se realizan teniendo en cuenta las necesidades del presente y del futuro. El informe señala que este camino no es fácil y que implica el pago de una factura a nivel político.

El desarrollo sostenible del planeta se sustenta en tres pilares: el económico, el social y el medioambiental<sup>16</sup> y en todos ellos el agua constituye el elemento clave. Bien de forma directa o bien de forma indirecta, el agua es fundamental para alcanzar la reducción de la pobreza, la seguridad alimentaria, la salud pública, la igualdad, el crecimiento económico y vivir con dignidad conforme a la Declaración Universal de los Derechos Humanos.

La población mundial se enfrenta a un gran desafío en las próximas décadas: es necesario duplicar la cantidad de alimentos empleando menos agua, menos tierra, menos combustibles fósiles y fertilizantes más eficaces, todo ello agravado con las consecuencias del cambio climático y por la disminución en investigación en el sector agrícola. Como ejemplo, se puede decir que en la actualidad en el mundo se gastan 50.000 millones de dólares en ciencias agrícolas, que es la misma cantidad que cuando el mundo tenía 3.500 millones de habitantes<sup>17</sup>.

<sup>14</sup> El texto completo del informe se puede consultar en: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>.

<sup>15</sup> <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml> (fecha de consulta: 23 de enero de 2017).

<sup>16</sup> Ban Ki-moon. *Water for a sustainable world*. WWAP (United Nations World Water Assessment Programme), 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a sustainable World, París, UNESCO.

<sup>17</sup> Julian Cribb & Associates Discussion Paper [2011]. *The Coming Famine Risks and solutions for the food challenge of the 21st century*. Julian Cribb FTSE. October 2011.

Entre el agua, la energía y los alimentos existe una interdependencia multi-dimensional<sup>18</sup>. Por este motivo, es necesario abordar el desarrollo sostenible y la lucha al cambio climático teniendo en cuenta la relación intrínseca que existe entre estos recursos. El agua es esencial para la producción de alimentos y energía. Por otro lado, se requiere energía para la producción de alimentos (especialmente en agricultura de regadío) y para el suministro de agua, tanto en su extracción, purificación y distribución. Para cerrar esta relación triangular, la producción de alimentos consume agua, energía y tierra. La agricultura consume más de un 70 % del agua utilizada globalmente pero, además, ejerce una influencia negativa en el sector del agua por la degradación de las tierras, los cambios en las escorrentías y las alteraciones de los acuíferos<sup>19</sup>.

Además, se van a producir una serie de factores que van a ejercer presión sobre esta situación de incremento de demanda de agua, alimentos y energía (figura 1). Entre estos factores destacan: el cambio climático, el aumento de la población urbana, la heterogeneidad en la distribución de crecimiento de la población mundial y el auge de las clases medias en países como China

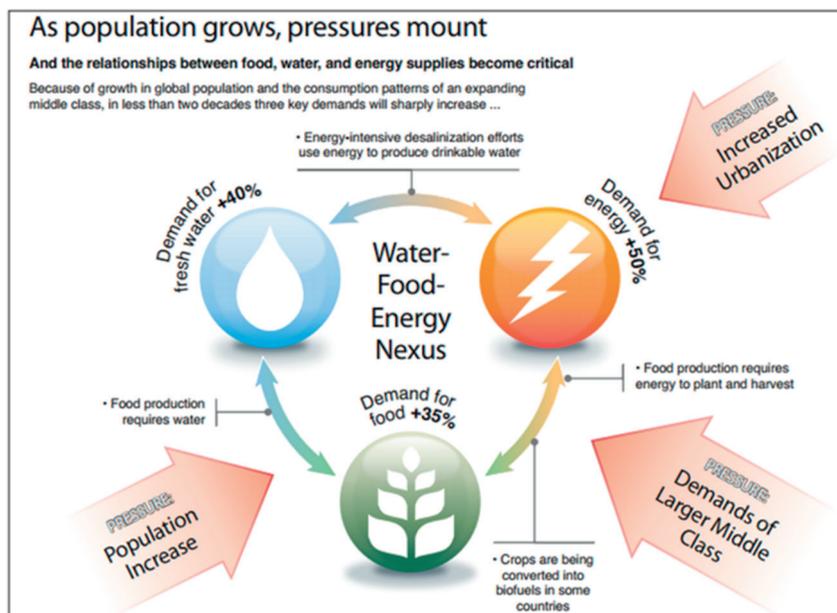


Figura 1. Fuente: [www.cna.org/reports/accelerating-risks](http://www.cna.org/reports/accelerating-risks).

<sup>18</sup> Golam Rasul & Bikash Sharma (2016). «The nexus approach to water–energy–food security: an option for adaptation to climate change», *Climate Policy*, 16:6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/14693062.2015.1029865>.

<sup>19</sup> Golam Rasul & Bikas Sharma (2016). «The nexus approach to water–energy–food security: an option for adaptation to climate change», *Climate Policy*, 16:6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/14693062.2015.1029865>.

e India que necesitarán satisfacer sus necesidades de consumo conforme a su nueva posición social.

Por ejemplo, en Asia la ingesta calórica media ha aumentado desde las 2.379 calorías por persona de 1990 a las 2.665 calorías de 2009. Además, se ha producido un cambio en la dieta con un mayor consumo de proteínas. En China el consumo anual de carne ha aumentado de 8 millones de toneladas en 1978 a 71 millones en 2012. Este cambio de dieta es muy importante, ya que la producción de carne lleva asociado un mayor uso de recursos, tanto de tierra como hídricos<sup>20</sup>.

La clave del éxito radica en cómo aumentar la producción de alimentos sin ejercer presión sobre el agua y la tierra y en cómo hacerlo, además, de forma energéticamente eficiente. Por ejemplo, el aumento del uso de los biocombustibles contribuye a la mitigación del cambio climático, pero puede amenazar la seguridad alimentaria y provocar un aumento del precio de los alimentos con el consiguiente impacto social. Por otro lado, las técnicas de riego por goteo o por aspersión reducen la demanda de agua e incrementan la eficiencia—aspectos clave para garantizar la seguridad alimentaria—pero también incrementan el consumo de energía. Basta con observar las previsiones de crecimiento de la India (figura 2) para hacerse una idea de la magnitud del desafío que supone gestionar los recursos hídricos teniendo en cuenta el crecimiento de la población y de su consumo asociado.

	2014	2035
Población	1.200 millones	1.500 millones
Población urbana	377 millones	609 millones
PIB per cápita	1.408 \$	4.205 \$
Demanda de electricidad	776 TWh	2.499
PIB	1.69 \$trn	6.31 \$trn

Figura 2. Fuente: elaboración propia con los datos obtenidos en la NDC de India recogida en el Acuerdo de París.

<sup>20</sup> Barthwal-Dattta, M. «Food Security in Asia», Challenges, policies and implications. IISS 2014.

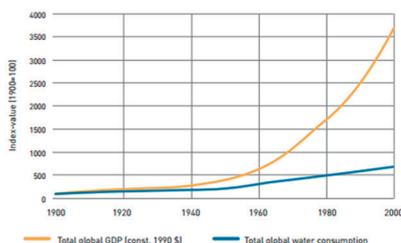
### *Desvincular el crecimiento económico del uso y contaminación del agua*

Alcanzar el desarrollo sostenible no será posible sin desvincular el crecimiento económico del uso y contaminación del agua (figuras 3 y 4). Tal y como establece un informe de la UNEP de 2016<sup>21</sup>, en el caso del agua esta desvinculación debería considerarse prioritaria por los problemas de escasez que se pueden presentar en el futuro y las consecuencias que tendría en el desarrollo de la sociedad.

Tal y como señala el informe del Banco Mundial *A water-secure world for All* de 2016, no existe una solución universal para abordar el problema de la escasez del agua pero sugiere que se debe abordar desde tres frentes: el compromiso de los Gobiernos y de los ciudadanos, la financiación y los precios y la capacidad para prestar los servicios relacionados con el agua de forma eficiente.

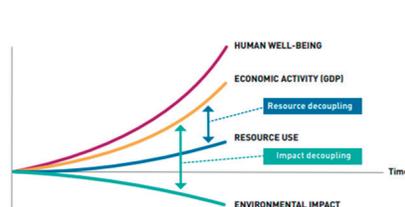
En este contexto, el Banco Mundial sugiere que al igual que se ha puesto un precio al carbono, sería necesario poner un precio al agua para fomentar la eficiencia en el uso de ese recurso y para reducir sus vertidos. Por otro lado, también ayudaría a facilitar la decisión sobre el destino de los recursos hídricos en sectores que compiten por él como el energético, la agricultura o el uso municipal/doméstico del agua. Contradictoriamente, el agua más cara, especialmente para los más pobres, es el agua gratis<sup>22</sup>.

Figure 2.1  
Decoupling achieved at global level, 1900-2000



Source: UNEP (2011a)

Figure 1.1  
The two aspects of "decoupling"



Figuras 3 y 4. Fuente: UNEP, 2016.

El sector agrícola es el que mayor presión ejerce sobre los recursos hídricos, por el mayor volumen de extracción empleado en el riego. Por este motivo, según menciona el informe de la UNEP, es fundamental focalizar los esfuerzos en este sector. Las medidas para lograr esta desvinculación son de dos tipos: tecnológicas y políticas. Entre las primeras se encuentran, entre otras, la mejora en eficiencia en los sistemas de riegos, la selección de los cultivos

<sup>21</sup> <http://web.unep.org/ourplanet/may-2016/unep-publications/options-decoupling-economic-growth-water-use-and-water-pollution>. Fecha de consulta: 24 de octubre de 2016.

<sup>22</sup> Informe: «A water-secure world for all». *Op. cit.*

y el desarrollo de nuevas prácticas agrícolas como los cultivos hidropónicos. En cuanto a las opciones políticas se encontrarían el establecimiento de un precio volumétrico del agua o el establecimiento de un mecanismo de mercado. En el primer caso, aunque los agricultores paguen por el uso del agua, estos precios puede que no cubran el coste de oportunidad de emplear esa misma agua en otras actividades de más valor o más eficientes. Además, habría que tener en cuenta que los precios no reflejan los costes a largo plazo que supondrían el agotamiento del agua. La política de precios actual —cuando la hay— no contempla estos factores y, por lo tanto, no se ofrece ningún tipo de incentivo para conservar los recursos hídricos y reducir las prácticas de riego ineficientes.

La otra opción política para realizar la desvinculación del crecimiento económico y el uso del agua en el sector agrícola es el establecimiento de un sistema de mercado para fomentar el uso eficiente del agua. Estos sistemas ya se usan en algunos países como Australia, España, Chile y en algunos Estados de Estados Unidos. En un sistema de mercado, los usuarios disponen de unos derechos de agua que pueden ser utilizados o vendidos a terceros, de forma temporal o permanente. Este sistema tiene la ventaja de contemplar el mencionado coste de oportunidad ya que los agricultores no emplearán el agua para el riego a no ser que el valor del agua para el riego exceda el valor de venta. El principal problema asociado a este tipo de mercado —al igual que sucede con el establecimiento de un precio volumétrico— es que los usuarios futuros no forman parte de él, por lo que los precios no reflejan el coste de oportunidad del agotamiento del agua.

### *Nexo agua-alimentos*

Según las estimaciones previstas por la FAO, en 2050 se producirá un aumento de la demanda de alimentos del 60 % respecto a niveles de 2005-2007<sup>23</sup>. Según esta organización, para satisfacer esta futura demanda será necesario incrementar la producción anual agrícola en un 77 % en los países en desarrollo y en un 24 % en los desarrollados. En cuanto al consumo de proteínas de origen animal se espera un aumento de demanda del 60 % en 2050<sup>24</sup>.

Para satisfacer esta demanda, la FAO también establece que será necesario incrementar la producción de cereales en 940 millones de toneladas para alcanzar los 3.000 millones en 2050. La producción de carne debe aumentar 196 millones de toneladas para lograr la cifra de 455 millones de toneladas en 2050. En cuanto a los cultivos oleaginosos deberán incrementar su pro-

<sup>23</sup> FAO. *World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision*. ESA Working Paper N.º 12-03.

<sup>24</sup> *Ibid.*

ducción en 133 millones de toneladas para alcanzar los 282 millones en el mismo horizonte.

### Sector agrícola

La agricultura constituye uno de los sectores económicos más importantes del mundo, contribuyendo con una media del 6 % de media en los PIB. En algunos países esta cifra sería mucho más elevada si se contabilizaran las transacciones no monetarias que se dan entre los pequeños granjeros<sup>25</sup>.

La agricultura de regadío consume el 70 % de las extracciones mundiales. La superficie mundial de regadío ha pasado de 268 millones de hectáreas en 1996 a 324 millones en la actualidad que suponen un 20,8 % de la superficie cultivada que produce más de un 40 % de la producción agraria. Por este motivo, el agua constituye el recurso básico para asegurar la alimentación mundial<sup>26</sup>. Sin embargo, la ratio de agua disponible por habitante decrece cada año.

La ausencia de precipitaciones en algunos países africanos, que dependen directamente de cultivos de secano, podría reducir la producción agrícola en un 50 % antes del año 2020. Esto supone que el 70 % de la población dependiente de este tipo de cultivos en este continente se vería expuesto a una grave situación de inseguridad alimentaria<sup>27</sup>.

Incrementar la productividad del agua constituye un elemento fundamental para lograr una agricultura sostenible, la seguridad alimentaria y mejorar la salud de los ecosistemas. La productividad del agua se define como la producción de cultivo por unidad de agua gastada y se expresa en kg/m<sup>3</sup> de forma general<sup>28</sup>. Tanto en los cultivos de secano como en los de regadío, se puede incrementar la productividad realizando una adecuada gestión agrónoma<sup>29</sup>: seleccionando el tipo de cultivo, reduciendo las pérdidas de agua y con una gestión eficiente de los nutrientes.

Además de estas acciones directas, otra forma —indirecta— de aumentar la productividad de agua es disminuir las pérdidas poscosecha. En el caso del África subsahariana estas pérdidas pueden alcanzar el 10-20 % de la

<sup>25</sup> Informe: «Water, food and energy nexus challenges». WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). 2014. Disponible en: [http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Partnerships/WBCSD/WBCSD\\_Nexus%20challenges.pdf](http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Partnerships/WBCSD/WBCSD_Nexus%20challenges.pdf) (fecha de consulta: 2 de marzo de 2017).

<sup>26</sup> Conferencia impartida por Lamos de Espinosa en el CESEDEN el 9 de marzo de 2016.

<sup>27</sup> Altieri M. A., y Nicholls, C. *Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas*. Universidad de California, Berkeley, Estados Unidos.

<sup>28</sup> <http://www.riego.org/glosario/productividad-hidrica-de-los-cultivos-fao/> (fecha de consulta: 12 de abril de 2017).

<sup>29</sup> Descheemaeker K., y Bunting S. W., et al. «Increasing Water Productivity in Agriculture». *Managing Water and Agroecosystems for Food Security*. CAB International 2013.

producción de la cosecha. Aumentar la eficiencia en la manipulación, el almacenaje o el control de las plagas son algunas de las acciones que no solo contribuyen a evitar la pérdida de alimentos, sino también de agua asociada a su producción<sup>30</sup>.

Además de la producción de alimentos, el sector agrícola también proporciona otros recursos como la fibra o la madera. El aumento de la población también incrementará la demanda estos recursos. En el caso de la madera, según la FAO se espera un aumento anual del 3 % hasta 2030 y en el caso del papel un 3,5 %<sup>31</sup>.

Para satisfacer esta demanda de alimentos se estima que el 90 % del incremento de la producción de alimentos debe asociarse a la mejora en la intensidad productiva de las tierras que se cultivan en la actualidad, dejando el aumento de la extensión cultivable como una opción secundaria<sup>32</sup>. Se estima que en 2050 el área cultivable se habrá incrementado un 4,5 %, principalmente en la región del África subsahariana y en América Latina. Por el contrario, en los países desarrollados se producirá un descenso de, aproximadamente, 40 millones de hectáreas de tierras cultivables.

En principio, el área mundial destinada a los cultivos de secano sería lo suficientemente grande como para poder satisfacer este aumento de alimentos. Sin embargo, la variabilidad de las precipitaciones y el aumento de los fenómenos meteorológicos adversos provocados por el cambio climático ponen en peligro la disponibilidad de las cosechas, por lo que es necesario apostar también por agricultura de regadío para satisfacer la demanda mundial de alimentos y proceder a la adaptación de la agricultura al cambio climático. La investigación sobre nuevas formas de irrigación de cultivos es esencial para producir alimentos sin ejercer presiones y conflictos sobre otros usos del agua<sup>33</sup>, como el doméstico o el industrial. La competencia por los recursos hídricos para su uso doméstico e industrial podría causar, en 2050, una reducción del 18 % del agua disponible para los cultivos, puesto que la demanda de agua para uso doméstico se incrementará de 161 km<sup>3</sup> en 2005 a 363 km<sup>3</sup> en 2050 y la demanda para usos industriales se incrementará de 176 a 639 km<sup>3</sup> en ese mismo periodo<sup>34</sup>.

Se estima que en 2050 la agricultura de regadío ocupará un 16 % del total del área cultivada, alcanzando la cifra de un 44 % de toda la producción de

---

<sup>30</sup> *Ibid.*

<sup>31</sup> FAO. State of the world's Forests 2009.

<sup>32</sup> FAO. World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working Paper N.º 12-03.

<sup>33</sup> Informe: «Water, Food and Energy nexus challenges». *Op. cit.*

<sup>34</sup> Strzepek, K., y Boehlert, B. «Competition for water for the food system». *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2010; 365(1554):2927-2940. doi:10.1098/rstb.2010.0152.

cultivos<sup>35</sup>. La expansión de tierras de regadío será de un 6,6 % en relación con los valores de 2005-2007. La mayoría de este incremento se producirá en África y en el este/sudeste asiático<sup>36</sup>.

Algunos ejemplos del coste del agua asociado a los alimentos	
Alimento	litros
Una barra de pan	40
Una manzana	70
Un huevo	135
Una taza de café	140
Una bolsa de patatas	185
Un vaso de leche	200
Una hamburguesa	2400

Figura 5. Fuente: elaboración propia con los datos obtenidos en <https://thewaterproject.org/why-water/hunger>.

El sector agrícola deberá sufrir una profunda transformación para aumentar la eficiencia en el uso de agua, reducir las pérdidas y, lo que es más importante, aumentar la productividad de las cosechas.

El empleo de aguas residuales para el riego supone una alternativa cada vez más utilizada, tanto en países industrializados como en los que están en vías de desarrollo, para hacer frente a la escasez de agua potable debida al incremento de población, la urbanización y al cambio climático. Al menos un 10 % de la población consume alimentos producidos con el riego de aguas residuales<sup>37</sup>. Por ejemplo, en California el 67 % de las aguas residuales se

<sup>35</sup> FAO. World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision. *Op. cit.*

<sup>36</sup> *Ibid.*

<sup>37</sup> *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. Volume 2. Wastewater use in agriculture, WHO, 2006. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/wwwuvol2intro.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/wwwuvol2intro.pdf) (fecha de consulta: 4 de enero de 2017).

destinan al riego y en Israel esta cifra asciende al 75 %. El empleo de aguas residuales para el riego tiene la ventaja de reducir el uso de fertilizantes, al ser más ricas en nutrientes para las plantas. Esto aumenta los beneficios de los agricultores y, además, no ocasionan impactos en el medioambiente asociados a la utilización de fertilizantes artificiales. Sin embargo, cuando se riega con aguas residuales en las que no se ha realizado ningún tipo de tratamiento previo pueden aparecer riesgos para la salud derivados de la presencia de patógenos y de productos químicos.

Además de estos impactos directos que ejerce la producción de alimentos sobre los recursos hídricos, existen otros impactos indirectos relacionados con la propia naturaleza de los cultivos. Entre ellos conviene destacar la repercusión sobre la calidad del agua y la degradación de las tierras.

La presencia de compuestos de nitrógeno y fósforo en el agua, debido al uso de fertilizantes, origina la eutrofización de los ecosistemas acuáticos. Además, una alta concentración de nitritos y nitratos en el agua potable puede suponer un grave riesgo para la salud humana<sup>38</sup>. Por otro lado, la salinización del agua empleada en los cultivos limita su productividad sobre todo en zonas áridas y semiáridas<sup>39</sup>. Esta salinización se produce como consecuencia de la baja calidad del agua de riego o por intrusión directa del agua de mar, conocida como intrusión marina. La FAO establece que un 11 % de las áreas destinadas a los cultivos de regadío están afectadas por la salinidad<sup>40</sup>.

La salinización puede llegar a alcanzar a los acuíferos, por lo que su deterioro puede causar riesgos para la seguridad alimentaria sobre todo en zonas como en la India, donde un 64 % del agua para riego procede de fuentes subterráneas<sup>41</sup>.

### Sector ganadero

Los productos ganaderos proporcionan un tercio de la ingesta de proteínas de la población, pero también consumen un tercio del agua que se dedica globalmente a la agricultura. En los países en desarrollo, la mayor parte de la producción animal está relacionada con cultivos de secano, mientras que en los desarrollados proviene de explotaciones industrializadas intensivas. Con el incremento esperado de la demanda de proteínas junto con la escasez de agua, la competición por el agua será un factor en alza. Por este motivo es esencial mejorar la productividad hídrica en el sector ganadero, sobre todo

<sup>38</sup> [http://cchealth.org/eh/small-water/pdf/nitrate\\_fact\\_sheet\\_pww\\_es.pdf](http://cchealth.org/eh/small-water/pdf/nitrate_fact_sheet_pww_es.pdf) (fecha de consulta: 4 de enero de 2017).

<sup>39</sup> Rozema, J., y Flowers, T. «Crops for a salinized world». *Science*, 322 (5907), 2008, pp. 1478-1480.

<sup>40</sup> FAO. World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision. *Op. cit.*

<sup>41</sup> *Ibid.*

teniendo en cuenta que la causa que conduce al agotamiento de agua es, precisamente, la evaporación en la producción de piensos<sup>42</sup>.

### Acuicultura y el sector pesquero

Por lo que respecta a la acuicultura, aparte de los beneficios que presenta para la producción de alimentos, también presenta conflictos relacionados con el agua, tanto por su uso como por sus residuos. Respecto a este último, la producción en jaulas, aunque no supone una importante pérdida de agua, presenta la desventaja de que se vierten gran cantidad de nutrientes y productos metabólicos a los ecosistemas acuáticos, por lo que su impacto medioambiental es mucho mayor que los de otros sistemas de producción acuáticos<sup>43</sup>. En cuanto al consumo de agua en la acuicultura, la eficiencia depende de los sistemas empleados. Aunque los peces y los crustáceos son más eficientes que los animales terrestres, en cuanto al agua asociada a su alimentación, el uso de agua relacionada con los viveros puede ser muy alta, llegando a alcanzar la cifra de 45 m<sup>3</sup> por kg<sup>44</sup>.

En cuanto al sector pesquero, una mala gestión puede poner en peligro los ecosistemas y afectar a la seguridad alimentaria, tanto por la sobreexplotación de los recursos pesqueros como la utilización de prácticas de pesca destructivas, como la pesca de arrastre de fondo<sup>45</sup>.

### Nexo alimentos-energía

El sector alimentario consume alrededor de un 30 % del total del consumo de energía mundial<sup>46</sup>. Por lo tanto, resulta muy difícil aumentar la producción de alimentos sin considerar un aumento en el uso de la energía. En el sector agrícola el consumo de energía está asociado a la preparación de la tierra, el uso de fertilizantes u otros insumos y en el transporte, aunque varía en función del tipo de cultivos, la zona geográfica y el sistema de producción.

El sector agrícola no es el principal consumidor de energía ya que en los países de la OECD supone un 3-5 % del total, mientras que en los países en desarrollo la cifra se sitúa alrededor del 4-8 %<sup>47</sup>. Sin embargo, el coste de

<sup>42</sup> Descheemaeker K., y Bunting, S. W., *et al.* «Increasing Water Productivity in Agriculture». *Managing Water and Agroecosystems for Food Security*. CAB International 2013.

<sup>43</sup> *Ibid.*

<sup>44</sup> Verdegem, M. C. J.; Bosma, R. H.; y Verreth, J. A. J. (2006). «Reducing water use for animal production through Aquaculture». *International Journal of Water Resources Development*, 22:1, 101-113, DOI: 10.1080/07900620500405544.

<sup>45</sup> Cinner, J. E. «Poverty and the use of destructive fishing gear near east African marine protected áreas». *Environmental Conservation* 36 (4), pp. 321-326, 2010.

<sup>46</sup> FAO. *World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision. Op. cit.*

<sup>47</sup> FAO. *World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision. Op. cit.*

la energía constituye un factor importante del coste en la agricultura. Si el precio de la energía aumenta lo harán también el precio de los productos agrícolas. En el caso de los cereales, la elasticidad del precio se sitúa en 0,28 %. Esto significa que un aumento del 100 % en el precio de la energía se traduce en un 28 % de incremento en el precio de los cereales<sup>48</sup>. Por otro lado, los fertilizantes tienen una mayor elasticidad en el precio con un 0,55 % si además añadimos que su producción supone entre 1-2 %<sup>49</sup> del consumo mundial de energía, es posible deducir que un incremento en el precio de la energía influye directamente en el precio de los alimentos. De forma general y para evitar esta elasticidad, el sector de la agricultura

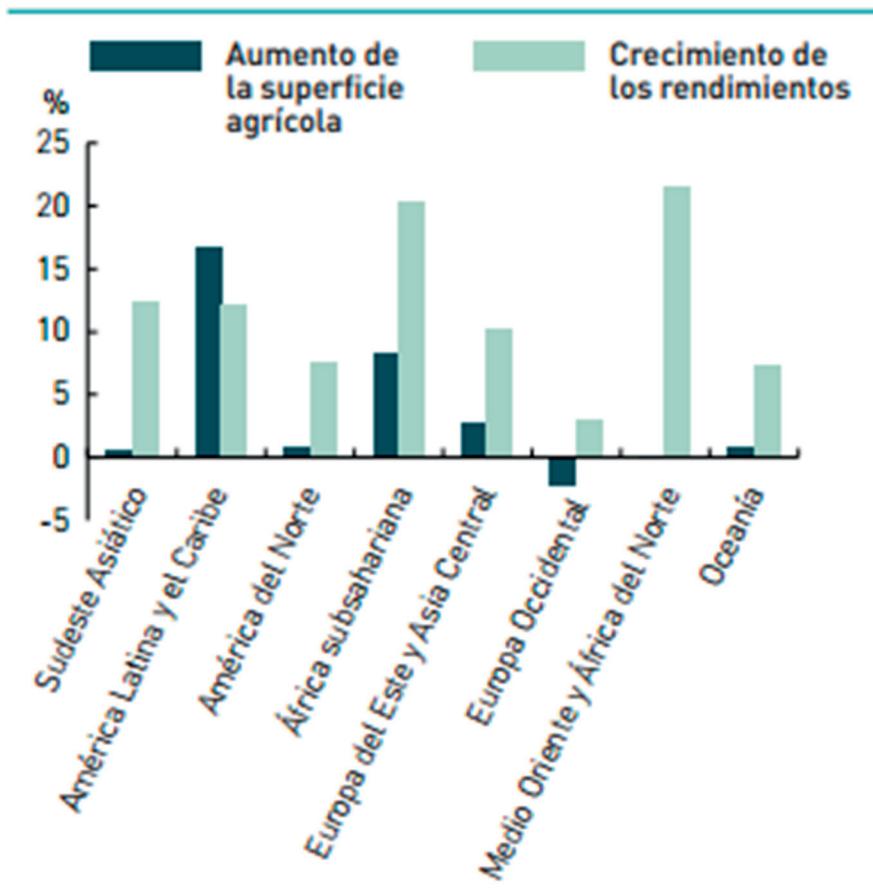


Figura 6. Fuente: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/rlc/docs/web\\_ES\\_Outlook\\_flyer\\_2016\\_final\\_5July2016.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/docs/web_ES_Outlook_flyer_2016_final_5July2016.pdf).

<sup>48</sup> Informe: «How\_to\_Feed\_the\_World\_in\_2050», FAO, 2009.

<sup>49</sup> Wood, S., y Cowie, A. «A Review of Greenhouse Gas Emission Factors for Fertiliser Production», IEA Bioenergy. Junio de 2004.

recibe fondos públicos en forma de subsidios. En el caso de India, China y en algunos países africanos las ayudas se enfocan al uso de fertilizantes. En India, Pakistán o Yemen la energía que se emplea en los sistemas de bombeo en los cultivos de regadío es gratis o está por debajo del precio de mercado. En el caso de Europa, existen subsidios para el consumo de energía en los invernaderos<sup>50</sup>.

Además de considerar el coste de la energía en el sector agrícola, es necesario destacar la repercusión que tiene la producción de biocombustibles sobre la seguridad alimentaria<sup>51</sup>. Cuando se destinan cultivos a la producción de biocombustible, el primer efecto directo es la reducción de la disponibilidad de alimentos y piensos. Ello provoca un aumento de los precios y una reducción de la demanda de alimentos por parte de las personas pobres. Tiene, además, efectos de sustitución en el consumo y la producción, una de las razones por las que la subida de precios se transmite a otros cultivos<sup>52</sup>. Las políticas de seguridad alimentaria y sobre biocombustibles no pueden adoptarse separadamente puesto que están relacionadas entre sí. Debería otorgarse prioridad a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en la formulación de las políticas sobre biocombustibles. Según la *IEA*, se estima que la demanda de biocombustibles se triplique en 2050<sup>53</sup> y que el área necesaria para satisfacer esa demanda será de entre 2,5 y 20 veces mayor que el área actual asignada a la producción de biocombustibles, aunque este valor dependerá del tipo de fuentes utilizadas y del desarrollo de los combustibles de segunda generación. Entre 2007 y 2008 el uso de cereales secundarios para la producción de etanol alcanzó la cifra de 110 millones de toneladas, aproximadamente un 10 % de la producción global. Si se continúa con esta rápida expansión de la producción de biocombustibles en 2050, el número de niños desnutridos en África y el sur de Asia podría aumentar en 3 millones y 1,7 millones, respectivamente. Por este motivo, es necesario que las políticas dirigidas a fomentar la producción y uso de los biocombustibles se diseñen teniendo en cuenta la seguridad alimentaria con el objeto de reducir la competencia entre la producción de alimentos y la de biocombustibles en lugares con escasez de recursos<sup>54</sup>.

En Asia, el desarrollo de la energía hidroeléctrica presenta un ejemplo de impacto directo que tiene el sector energético sobre el desarrollo sostenible.

<sup>50</sup> Informe: «Water, Food and Energy nexus challenges». WBCSD. *Op. cit.*

<sup>51</sup> Medina Rey, José María. «Agrocombustibles y la seguridad alimentaria». *Cuaderno de Estrategia n.º 161*, «Seguridad alimentaria y seguridad global», IEEA, 2010.

<sup>52</sup> HLPE, 2013. *Los biocombustibles y la seguridad alimentaria*. Un informe del Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, Roma, 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i2952s.pdf>.

<sup>53</sup> <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WE02013.pdf> (fecha de consulta: 23 de octubre de 2016).

<sup>54</sup> Informe: «How\_to\_Feed\_the\_World\_in\_2050», FAO, 2009.

La creación de numerosas presas en los principales ríos supone una amenaza, no solo desde el punto de vista ecológico sino también —y más preocupante— desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, ya que afecta negativamente a la agricultura, lo que está ocasionando migraciones masivas. Sin embargo, es necesario señalar que estos problemas no se presentan de forma intrínseca en todos los proyectos de construcción de presas, sino que en el caso asiático el principal problema reside en la falta de una adecuada gestión transfronteriza de los ríos, determinada por la posición dominante de China en la región<sup>55</sup>.

### *El nexo agua-energía*

El agua y la energía tienen una dependencia compleja cuya intensidad se verá incrementada en las próximas décadas. Los procesos de producción de energía requieren agua, por ejemplo, la generación térmica y la hidráulica generan, respectivamente, el 80 % y el 15 % de la electricidad mundial, pero ambas requieren grandes cantidades de agua<sup>56</sup>. A su vez, la producción, el tratamiento, la distribución y el uso final de agua requieren energía, llegando a alcanzar, por ejemplo, en la India y Bangladesh, un 40 % del coste de operación de las instalaciones<sup>57</sup>.

Por este motivo, desde hace algunos años, se está prestando una mayor atención al impacto que tiene la disponibilidad de agua en el sector energético y viceversa<sup>58</sup>. Entender esta relación es fundamental para identificar los posibles puntos de fricción e implementar soluciones eficientes en la conjunción de ambos sectores, ya que el desarrollo de uno de ellos no puede repercutir negativamente en el otro.

Durante los próximos años se espera un consumo más intensivo de agua en el sector energético y viceversa, por lo que es necesario estudiar las distintas opciones disponibles para evitar una situación de conflicto de intereses entre ambos sectores. Ya existen políticas y tecnologías que contribuyen a disminuir la demanda de agua y energía y a disminuir los puntos de fricción, como son el establecimiento de políticas integradoras, la reubicación de infraestructuras de agua y energía, aprovechar la energía empleada en el tratamiento de aguas residuales, mejoras en las eficiencia entre ambos sectores y empleo de fuentes alternativas de agua en el sector eléctrico.

Tanto el agua como la energía constituyen dos objetivos específicos del desarrollo sostenible, en concreto el SDO 5 y SDO 6. Ambos objetivos son

<sup>55</sup> [http://www.centreasia.eu/sites/default/files/publications\\_pdf/note-denjean\\_300816\\_2.pdf](http://www.centreasia.eu/sites/default/files/publications_pdf/note-denjean_300816_2.pdf).

<sup>56</sup> Water for a sustainable World 2015.

<sup>57</sup> Informe: «A water-secure world for all». *Op. cit.*

<sup>58</sup> Desde el año 2012 la Agencia Internacional de la Energía ha introducido un apartado especial para tratar el nexo agua-energía dentro de sus informes anuales, «World Energy Outlook».

complementarios y la consecución de uno depende en gran medida de la consecución del otro. El 91 % de la población tiene acceso a una fuente de agua mejorada y el 84 % tiene acceso a la electricidad. Sin embargo, quedan 650 millones de personas sin tener acceso al agua y 1.200 millones sin tener acceso a la electricidad<sup>59</sup>. El agua es un derecho humano pero la energía también contribuye a vivir con dignidad conforme a la Carta de Naciones Unidas sobre los Derechos Humanos. Sin embargo, existen disparidades en el precio entre uno y otro. El desarrollo del sector energético se mueve por fuerzas de mercado mientras que el del agua está determinado por factores sociales. El agua potable y el saneamiento, generalmente, son responsabilidad del sector público, mientras que el sector de la energía está dominado por el sector privado. A diferencia del sector energético, el sector del agua no tiene un precio internacional.

Los dos principales desafíos que existen al intentar abordar el problema de la relación entre energía y agua son que los dos sectores se gestionan de forma separada y que la planificación de los proyectos energéticos se hacen sin tener en cuenta los cambios en la disponibilidad y calidad del agua, los conflictos con otros sectores o los efectos de cambio climático<sup>60</sup>.

Por otro lado, los precios bajos, tanto de la energía como del agua, no favorecen las inversiones en eficiencia y conducen a situaciones de un mayor consumo. La mejora en la eficiencia de riego disminuye el consumo de agua y energía, siempre y cuando vayan acompañadas de una adecuada política de precios. Por ejemplo, si se mejora la eficiencia de las bombas de agua de riego pero no se aumenta el precio de la electricidad o se cambian las prácticas de riego puede suceder que se incremente el consumo de agua, provocando el agotamiento de los acuíferos. Como caso ilustrativo, el WEO-16 menciona el caso de Arabia Saudí, donde los precios bajos del agua y energía junto con la promoción de la agricultura doméstica han provocado unos niveles insostenibles de extracción de agua de acuíferos no renovables, alcanzando la cifra del 86 % en 2014<sup>61</sup>.

Por otro lado, las políticas de mitigación del cambio climático inciden de forma directa en el nexo entre el sector de la energía y el del agua —dos sectores que deben crecer para atender a las necesidades de la población mundial— pero sin aumentar las emisiones de CO<sub>2</sub> ni la extracción y consumo de agua, en el caso del primero, y sin agotar los recursos hídricos ni aumentar el consumo energético, en el caso del segundo. Según el informe «World Energy Outlook» de 2016, de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés), según los compromisos de reducción adquiri-

---

<sup>59</sup> WEO 2016. IEA.

<sup>60</sup> *Ibid.*

<sup>61</sup> *Ibid.*

	Uses	Potential water quality impacts
<b>Primary energy production</b>		
<b>Oil and gas</b>	Drilling, well completion and hydraulic fracturing. Injection into the reservoir in secondary and enhanced oil recovery. Oil sands mining and in-situ recovery. Upgrading and refining into products.	Contamination by tailings seepage, fracturing fluids, flowback or produced water (surface and groundwater).
<b>Coal</b>	Cutting and dust suppression in mining and hauling. Washing to improve coal quality. Re-vegetation of surface mines. Long-distance transport via coal slurry.	Contamination by tailings seepage, mine drainage or produced water (surface and groundwater).
<b>Biofuels</b>	Irrigation for feedstock crop growth. Wet milling, washing and cooling in the fuel conversion process.	Contamination by runoff containing fertilisers, pesticides and sediments (surface and groundwater). Wastewater produced by refining.
<b>Power generation</b>		
<b>Thermal (fossil fuel, nuclear and bioenergy)</b>	Boiler feed, <i>i.e.</i> the water used to generate steam or hot water. Cooling for steam-condensing. Pollutant scrubbing using emissions-control equipment.	Thermal pollution by cooling water discharge (surface water). Impact on aquatic ecosystems. Air emissions that pollute water downwind (surface water). Discharge of boiler blowdown, <i>i.e.</i> boiler feed that contains suspended solids.
<b>Concentrating solar power and geothermal</b>	System fluids or boiler feed, <i>i.e.</i> the water used to generate steam or hot water. Cooling for steam-condensing.	Thermal pollution by cooling water discharge (surface water). Impact on aquatic ecosystems.
<b>Hydropower</b>	Electricity generation. Storage in a reservoir (for operating hydro-electric dams or energy storage).	Alteration of water temperatures, flow volume/timing and aquatic ecosystems. Evaporative losses from the reservoir.

Figura 7. Tabla de usos de agua en el sector energético y los impactos potenciales en la calidad del agua. Fuente: WEO 2016.

dos por los Estados que han ratificado el Acuerdo de París (*NDC*) se estima que el sector de la energía en el año 2040 alcance estos valores<sup>62</sup>:

- La generación eléctrica mediante el uso de las renovables se situará en un 37 % frente al 23 % actual.
- El número de vehículos eléctricos a nivel mundial será de 150 millones frente al 1,3 actual.
- La demanda de gas natural crecerá un 50 %, alcanzado al carbón en el mix energético mundial.
- El consumo de petróleo será de 103 mb/d frente a los 92,5 mb/d de 2015.

<sup>62</sup> <http://www.iea.org/media/publications/weo/WE02016Infographic.jpg>.

A pesar de este esfuerzo, el balance no es muy satisfactorio ya que las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el sector energético aumentarán un 0,5 % anual, por lo que difícilmente se alcanzará el objetivo de alcanzar la neutralidad de emisiones en 2100 para no superar los 2 °C de calentamiento del planeta. Es necesario, por tanto, realizar un mayor esfuerzo en la descarbonización de la economía, lo que incluye gestionar el nexo energía y agua de forma integral.

Esta gestión integral de ambos sectores es relativamente nueva. De hecho, en enero de 2014 el Banco Mundial lanzó la iniciativa «Thirsty Energy», con la que se pretende prestar ayuda a los países para afrontar el desafío que supone un mayor consumo de energía en entornos en los que se pueden producir restricciones de agua. La propuesta consiste en implementar un enfoque global e integrador de los dos sectores (agua y energía) teniendo en cuenta la demanda de ambos recursos, la experiencia y las particularidades políticas e institucionales de cada país. La iniciativa se ha puesto en marcha en países como Sudáfrica, China, Marruecos y México<sup>63</sup>.

Según los datos del Banco Mundial, más de 780 millones de personas no tienen acceso al agua potable, mientras que 1.300 millones no tienen acceso a la electricidad<sup>64</sup>.

#### La demanda de energía en el sector del agua

Según el WEO-2016 el consumo de energía en el sector del agua fue de 120 Mtoe en 2014. Esta demanda está relacionada, principalmente, con el sector eléctrico. Según el WEO-2016, en 2014 alrededor de un 4 % del consumo eléctrico estuvo relacionado con la extracción, distribución y tratamiento de agua, aunque también se emplearon, aproximadamente, 50 millones de toneladas de equivalente de petróleo en el uso de las bombas de riego y en las plantas desalinizadoras.

En 2040 se estima que la demanda de energía asociada al agua se duplique en términos generales en las próximas décadas debido, principalmente, a los siguientes factores<sup>65</sup>:

- El incremento de la población y el aumento del nivel de vida.
- Una mayor escasez de suministro de agua en las proximidades de los centros de población como consecuencia de los efectos del cambio climático, que implicará que el agua tenga que ser transportada a mayor distancia, bombeada desde mayor profundidad o que tenga que ser sometida a tratamientos adicionales para su utilización.

<sup>63</sup> <http://www.worldbank.org/en/topic/water>.

<sup>64</sup> <http://www.worldbank.org/en/topic/sustainabledevelopment/brief/water-energy-nexus>.

<sup>65</sup> «Water for energy». World Energy Outlook, 2012.

<b>Consumo de electricidad en el sector del agua en 2014</b>	
<b>Total 120 Mtoe</b>	
Extracción de agua	40%
Tratamiento de aguas residuales	25%
Distribución	20%
Otros	15%

Figura 8. Fuente elaboración propia con datos obtenidos del WEO 2016.

- El aumento del empleo de sistemas de riego más eficientes, como los de bombeo, pero que requieren un mayor consumo de energía.
- La obtención de agua dulce mediante un proceso de desalinización es la opción más cara y de mayor consumo de energía para el tratamiento de agua. Se estima que en 2040 los proyectos de desalinización necesitarán el 20 % del total de la generación de electricidad relacionada con el agua. En concreto, en Oriente Medio la instalación de plantas desalinizadoras experimentará un gran auge, sobre todo en los países con escasos recursos hídricos, pero esto supondrá un consumo de energía del 10 % en 2014 en esta región.

#### La demanda de agua en el sector energético

Para poder estimar el «uso de agua por unidad de energía producida» es necesario contemplar tanto la extracción como el consumo, dos procesos relacionados pero diferentes. Por extracción se entiende el volumen de agua que se saca de la fuente y por consumo el volumen de agua que se extrae pero que no vuelve a la fuente, porque se evapora o se transporta a otro lugar y no está disponible para otros usos<sup>66</sup>.

Según el WEO-2016, el sector energético es responsable del 10 % de la extracción de agua a nivel mundial. En 2040 se espera que aumente un 2 % hasta alcanzar los 400.000 bcm. El consumo de energía se incrementará en casi un 60 % entre 2014 y 2040 alcanzando los 75 bcm.

<sup>66</sup> WEO-2016.

El proceso de descarbonización gradual de las economías requiere un aumento en el uso de energías limpias. Sin embargo, algunas tecnologías como la eólica o la solar fotovoltaica requieren pocas cantidades de agua. Otras, como la producción de biocombustibles, la energía solar de concentración, los sistemas de captura de carbono (CCS, por sus siglas en inglés) y la energía nuclear necesitan una gran demanda de agua. Por este motivo, la disponibilidad de agua debería constituir un factor clave para la decisión en la elección de un tipo u otro de tecnología. Esta situación puede resultar especialmente preocupante en las economías emergentes como China e India, donde el crecimiento demográfico y económico está aumentando el número de usuarios finales y donde el sector energético está basado, principalmente, en la industria del carbón y en la nuclear, situada en zonas que ya sufren estrés hídrico.

	Withdrawal (bcm)	Share of total energy water withdrawals	Consumption (bcm)	Share of total energy water consumption
<b>Power</b>	<b>350</b>	<b>88%</b>	<b>17</b>	<b>36%</b>
<b>Fossil fuels</b>	<b>230</b>	<b>58%</b>	<b>13</b>	<b>28%</b>
<b>Nuclear</b>	<b>112</b>	<b>28%</b>	<b>4</b>	<b>8%</b>
<b>Renewables*</b>	<b>9</b>	<b>2%</b>	<b>1</b>	<b>1%</b>
<b>Primary energy production</b>	<b>47</b>	<b>12%</b>	<b>30</b>	<b>64%</b>
<b>Coal</b>	<b>11</b>	<b>3%</b>	<b>10</b>	<b>22%</b>
<b>Oil</b>	<b>8</b>	<b>2%</b>	<b>6</b>	<b>13%</b>
Conventional	7	2%	6	12%
Unconventional	1	0%	1	1%
<b>Natural gas</b>	<b>2</b>	<b>0%</b>	<b>2</b>	<b>3%</b>
Conventional	1	0%	1	2%
Unconventional	1	0%	1	1%
<b>Biofuels**</b>	<b>26</b>	<b>7%</b>	<b>12</b>	<b>25%</b>
<b>Total</b>	<b>398</b>	<b>100%</b>	<b>48</b>	<b>100%</b>

\* Renewables includes bioenergy, geothermal, concentrating solar power (CSP), solar photovoltaics (PV) and wind.

\*\* Refers to irrigated crops grown as feedstock for biofuels.

Figura 9. Extracción y consumo de agua relacionado con el sector energético, 2014.

Fuente: WEO 2016.

Para alcanzar la sostenibilidad del agua será necesario mejorar la eficiencia de las plantas térmicas que generan —como se ha mencionado anteriormente— el 80 % de la producción eléctrica mundial. Para ello será necesario adoptar sistemas de refrigeración sin agua (*dry-cooling*) o tecnologías de doble ciclo de alta eficiencia. El empleo de agua residual o de agua salada ofrece un gran potencial para disminuir la demanda de agua dulce en el sector energético.

Por otro lado, los biocombustibles suponen una alternativa a los combustibles fósiles, pero también ejercen un impacto sobre los recursos hídricos,

dependiendo de su forma de cultivarlo, o bien de secano o bien de regadío. En este último caso el consumo de agua puede ser mucho mayor de la empleada en la producción de combustibles fósiles y afecta en mayor medida a la disponibilidad de agua para otros usos. Sin embargo, los cultivos de secano no alteran tanto el ciclo del agua. Aunque la producción de biocombustibles puede ayudar a reducir la pobreza y a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, lo cierto es que también ejercen un impacto negativo en la seguridad alimentaria y en la sostenibilidad medioambiental.

Por lo que respecta a la generación hidroeléctrica, representa el 16 % del total de energía producida a nivel mundial y constituye, además, una fuente de almacenamiento de agua. Las consecuencias del cambio climático, como la aparición de sequías prolongadas o las fluctuaciones estacionales en la disponibilidad del agua, tienen grandes impactos sobre la generación hidroeléctrica. Por ejemplo, Zambia depende este tipo de energía para producir el 95 % de su electricidad. La sequía de los años 2015 y 2016 ha provocado que la presa Kariva —que genera el 40 % de la electricidad del país— haya tenido que operar a un cuarto de su capacidad o incluso menor<sup>67</sup>.

### La influencia del sector energético en la calidad del agua

La relación entre agua y energía no solo debe enfocarse desde el punto de vista del consumo y la demanda. Las plantas térmicas vierten gran cantidad de agua caliente que puede afectar a los ecosistemas acuáticos. El cultivo de biocombustibles también genera una sobrecarga de nutrientes en ríos y acuíferos, afectando a la calidad del agua. La industria del carbón también contamina los acuíferos y el agua generada en la extracción de gas y petróleo —que presenta un gran contenido en sal— es reinyectada como agua subterránea alterando el equilibrio natural.

A pesar de esta clara relación entre agua y energía, generalmente no se tiene en cuenta el impacto de determinados procesos de producción de energía sobre el agua. Estos dos sectores se gestionan y se regulan de forma separada, lo que ha generado que se hayan realizado proyectos energéticos que han comprometido la disponibilidad de agua para otros usos básicos.

El sector hidroeléctrico ofrece grandes oportunidades para obtener un beneficio mutuo. Las mejoras en la cooperación entre las redes eléctricas y las organizaciones que gestionan las cuencas transfronterizas pueden ayudar a gestionar el sector energético, permitiendo además disponer de agua para otros usos.

---

<sup>67</sup> WEO 2016.

## La gestión del agua en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

En septiembre de 2015 la Asamblea General de la ONU aprobó la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible en la que se establecieron diecisiete objetivos, conocidos como objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y que sustituyen a los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Al contrario que sus predecesores, los ODS no solo establecen metas sino también la forma de alcanzarlas, lo que supone un avance muy importante y, además, presentan un enfoque más orientado hacia los derechos humanos. Estos diecisiete objetivos constituyen la base de una agenda universal, integradora y transformadora para constituir un mundo mejor<sup>68</sup>.

Respecto a la consideración de la importancia del agua para alcanzar un desarrollo sostenible se ha conseguido un gran avance, ya que el agua y el saneamiento constituyen un objetivo específico, en concreto el número 6. Sin embargo, a pesar de dedicar un objetivo específico, es necesario considerar que el agua es un recurso estratégico y transversal que incide en el cumplimiento de todos los demás objetivos. Por este motivo, realizar una adecuada gestión de los recursos hídricos es imprescindible para alcanzar no solo las metas establecidas en este objetivo específico del agua sino también para poder conseguir los otros ODS. El agua constituye un nexo común a todos los objetivos y es un componente transversal a todos ellos. Alcanzar el desarrollo sostenible no será posible si no se considera el agua como factor clave para el desarrollo y la igualdad de todos los habitantes del planeta.



Figura 10. Objetivos de Desarrollo Sostenible.

### *Objetivo 1: fin de la pobreza en todas sus formas en todo el mundo*

Según las metas que se recogen en este objetivo se debe garantizar que todos los hombres y las mujeres, y en particular los pobres y los vulnera-

<sup>68</sup> <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/palabras-del-secretario-general-en-la-cumbre-para-la-aprobacion-de-la-agenda-para-el-desarrollo-despues-de-2015/>.

bles, tengan acceso a los servicios básicos y a los recursos naturales. El agua es un recurso vital, básico e imprescindible para la alimentación, la salud y el bienestar de las poblaciones. Por lo tanto, es fácil deducir que el cumplimiento de este objetivo no será posible sin considerar el agua y el saneamiento como un derecho humano y un recurso finito que necesita ser gestionado adecuadamente<sup>69</sup>.

En este objetivo también se establece la necesidad de aumentar la resiliencia de los más pobres para reducir la vulnerabilidad frente a los fenómenos meteorológicos extremos y a las consecuencias del cambio climático como inundaciones o sequías.

Por otro lado, la pobreza está íntimamente ligada a la falta de higiene y a la falta de saneamiento. El derecho humano al agua y al saneamiento debería ser el eje fundamental de los Gobiernos para terminar con la pobreza en el mundo.

El Banco Mundial establece que en los países en desarrollo el sector del agua presenta una situación crónica en cuanto a su ineficiencia y la escasa financiación<sup>70</sup>. Según esta organización, el desarrollo de infraestructuras relacionadas con el agua es la clave de la estrategia para reducir la pobreza<sup>71</sup>. Entre estas infraestructuras, se encuentran los sistemas de suministro de agua potable y saneamiento, la construcción de presas y las inversiones en sistema de riego. Estos proyectos junto con el empleo de las nuevas tecnologías son la solución para crear sistemas de riego más eficientes, minimizando las pérdidas por evaporación.

### ***Objetivo 2: poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible***

Entre las metas incluidas en este objetivo, relacionadas con el agua, destaca la necesidad de duplicar la productividad agrícola en el año 2030 y la de aplicar prácticas agrícolas resilientes al cambio climático, a las sequías y a las inundaciones.

Tanto la agricultura como la seguridad alimentaria están vinculadas con el agua y por este motivo es necesario que cuando se diseñen políticas se tenga en cuenta esta estrecha relación.

<sup>69</sup> Hidalgo, M. «La gestión del agua: factor clave para el cumplimiento de los ODS». Documento de análisis 43/2016.

<sup>70</sup> <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sector/water-sanitation>.

<sup>71</sup> <http://siteresources.worldbank.org/INTWDRS/Resources/477365-1327599046334/8394679-1327614067045/WDR0ver2008-ENG.pdf>.

***Objetivo 3: garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades***

Con el establecimiento de este objetivo se pretende reducir en el horizonte de 2030 las muertes y enfermedades producidas por la contaminación del aire, de agua y del suelo, así como poner fin a algunas enfermedades, entre las que se encuentran algunas transmitidas por el agua.

La higiene y la mejora de la calidad del agua constituyen actuaciones imprescindibles para evitar la propagación de enfermedades infecciosas. Cada día mueren miles de niños por enfermedades diarreicas relacionadas con el agua y el saneamiento.

Además, el aseo y la higiene personal influyen de forma muy positiva en el bienestar de las personas y en muchos aspectos relacionados con su dignidad<sup>72</sup>.

***Objetivo 4: garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos***

Una de las metas que se incluyen en este objetivo establece que en 2030 todos los niños y niñas terminen los ciclos de educación obligatoria y que adquieran conocimientos teóricos y prácticos para promover el desarrollo sostenible.

En los países en desarrollo las niñas no pueden ir a la escuela porque deben atender tareas domésticas, entre las que se incluye la recogida de agua a varios kilómetros de su hogar. Para evitar estos desplazamientos se ha establecido que la distancia de una fuente de agua potable no sea mayor de un kilómetro. Este criterio permitirá que las niñas dispongan de tiempo para ir a las escuelas.

Otro ejemplo de este carácter discriminatorio del agua en relación a la educación equitativa de género se puede encontrar en Afganistán, donde los talibanes en algunas ocasiones han contaminado el agua de las escuelas de las niñas para evitar que estas asistieran a las clases<sup>73</sup>.

En relación a la difusión de la importancia del desarrollo sostenible en el ámbito educativo es necesario enfatizar que este esfuerzo debe realizarse sobre todo en los países desarrollados, donde la mayoría de los escolares son ajenos a los problemas de escasez de recursos básicos. La concienciación del uso responsable y eficiente del agua desde la infancia es funda-

---

<sup>72</sup> <http://www.ohchr.org>.

<sup>73</sup> <http://edition.cnn.com/2012> Fecha de consulta: 20 de febrero de 2017.

mental para evitar problemas relacionados con la gestión de los recursos hídricos.

### ***Objetivo 5: lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas***

Entre las metas que se consideran en este objetivo se encuentra la de emprender las reformas necesarias que otorguen a las mujeres el acceso a la propiedad, a los recursos financieros y a los recursos naturales, el control de las tierras, entre los que se incluye el agua.

Como se ha comentado anteriormente, el agua posee un fuerte carácter discriminatorio de género, principalmente en el ámbito rural donde la mujer juega un papel fundamental para la subsistencia de sus comunidades. La mujer se encarga de las tareas domésticas, como la recogida de agua y leña, realiza tareas agrícolas y ganaderas y además vende los excedentes de sus cosechas en los mercados locales. Además de estas tareas, la mujer también es la encargada del cuidado y educación de la familia<sup>74</sup>.

En la actualidad existe una importante brecha de género en el acceso a los recursos básicos como la tierra o el agua. Según los datos que se aportaron en la 56.<sup>a</sup> Sesión de la CSW (*Commission Status of Women*)<sup>75</sup>, las mujeres del África subsahariana invierten, en conjunto, unos 40.000 millones de horas anuales en proveer agua para ellas y sus familias. En Guinea las mujeres dedican semanalmente 5,7 horas a buscar agua, mientras que los hombres dedican 2,3. En Sierra Leona la media es de 7,3 horas para las mujeres frente a las 4,5 horas que dedican los hombres. En Malawi existe una mayor diferencia, ya que las mujeres dedican 9,1 horas frente a la 1,1 de los hombres.

### ***Objetivo 6: garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos***

Han sido muchas las organizaciones las que han propuesto y argumentado la necesidad de que el agua estuviera contemplada como objetivo propio, como finalmente así ha sido.

A pesar de que el agua es un elemento transversal para el cumplimiento de todos los ODS, se le ha dedicado un objetivo especial para enfatizar la necesidad de lograr su acceso seguro, accesible y asequible como derecho humano reconocido.

<sup>74</sup> Hidalgo, M. «El papel de la mujer en la seguridad alimentaria». *Cuaderno de Estrategia* n.º 161, IEEEE.

<sup>75</sup> <http://www.unwomen.org/es/news/in-focus/commission-on-the-status-of-women-2012/facts-and-figures>.

Se ha diferenciado el agua y el saneamiento para evitar la priorización, ya que tradicionalmente a este último se le ha prestado menor atención. Se trata de uno de los objetivos más ambiciosos, ya que no solo se refiere al acceso sino también a la necesidad de realizar una gestión integral de los recursos hídricos y el fomento de la cooperación internacional, incluyendo la cooperación transfronteriza.

***Objetivo 7: garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos***

Entre las metas que se incluyen en este objetivo se incluye la de garantizar en 2030 el acceso universal a servicios energéticos asequibles, seguros y modernos, así como fomentar el uso de las energías renovables.

Como se ha expuesto con anterioridad, existe un nexo directo entre agua y energía. La mitigación del cambio climático exige una descarbonización de la economía, por lo que las energías renovables constituyen una apuesta necesaria. Sin embargo, hay que tener en cuenta que algunas energías renovables requieren grandes cantidades de agua y en el futuro se pueden ocasionar situaciones de fricción en la elección del destino final de ambos recursos: sector agrícola o a la producción de energía.

En el caso inverso es necesario indicar que la producción de agua potable también lleva asociado un importante consumo energético. La desalinización se alza como la gran apuesta de algunos países como Marruecos para poder atender a una mayor demanda de agua. Sin embargo, este proceso requiera grandes cantidades de energía.

***Objetivo 8: promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos***

Entre 2016 y 2030 será necesario crear 470 millones de empleos<sup>76</sup> para satisfacer la demanda de personas que se incorporarán al mercado laboral, por lo que será necesario establecer políticas que fomenten la creación de empleo digno, la creatividad y la innovación. Sin embargo, desde el punto de vista de la sostenibilidad este crecimiento económico debe desvincularse de la degradación medioambiental.

En el caso del cambio climático y la descarbonización de las economías esta desvinculación ya se está produciendo, lo que demuestra que es posible

---

<sup>76</sup> <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/> (fecha de consulta: 12 de junio de 2016).

el crecimiento económico sin aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>77</sup>.

Los efectos negativos del cambio climático afectan a la economía mundial. Según el Informe Stern elaborado en 2006, la economía mundial podría perder un 20 % del PIB en el siglo XXI por las consecuencias del cambio climático y que solo haría falta invertir un 1 % para evitarlo<sup>78</sup>. En la actualidad estas previsiones son peores ya que al ritmo actual de las emisiones de gases de efecto invernadero el PIB mundial podría reducirse un 23 %<sup>79</sup>.

Una gestión no adecuada del agua puede agravar los impactos negativos socioeconómicos relacionados con el cambio climático. La falta de disponibilidad de agua incide de forma directa en cualquier sistema productivo. Según el informe World Water Development Report 2016, titulado *Water and Jobs*<sup>80</sup>, de cada cuatro puestos de trabajo tres dependen del agua, por lo que el crecimiento económico implicará una mayor demanda de agua. Al igual que ha sucedido con el cambio climático, será necesario desvincular este crecimiento económico del aumento de la demanda de agua.

### ***Objetivo 9: construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación***

El agua se considera un recurso estratégico, por este motivo las infraestructuras relacionadas con el agua pueden ser objeto de ataques malintencionados con objeto de alterar la actividad normal de las poblaciones y producir desestabilización y pánico entre la sociedad. El término resiliencia hace referencia a la capacidad de hacer frente a una situación adversa y a la adaptación a las nuevas circunstancias, realizando las transformaciones necesarias para volver a la actividad normal lo antes posible y lo que es más importante: la implantación de medidas necesarias con el objeto de estar preparados para futuras perturbaciones<sup>81</sup>.

Por lo que respecta a la industrialización inclusiva, el agua constituye uno de los factores más importantes para conseguir la integración de las poblaciones. Aproximadamente 800 millones de personas no tienen acceso al agua potable. Esta cifra se incrementa hasta los 2.500 millones cuando se con-

<sup>77</sup> <https://www.iea.org/newsroom/news/2016/march/decoupling-of-global-emissions-and-economic-growth-confirmed.html>.

<sup>78</sup> Informe disponible en:

[http://www.wwf.se/source.php/1169157/Stern%20Report\\_Exec%20Summary.pdf](http://www.wwf.se/source.php/1169157/Stern%20Report_Exec%20Summary.pdf).

<sup>79</sup> Burke, Marshall; M. Hsiang, Solomon, y Miguel, Edward. «Global non-linear effect of temperature on economic production». *Nature* 527, pp. 235-239. Noviembre, 2015.

<sup>80</sup> Disponible en: <http://www.unwater.org/publications/publications-detail/en/c/396246/>.

<sup>81</sup> Hidalgo, M. Documento informativo 03/2017. «Las ciudades como objetivo de desarrollo sostenible». Disponible en [www.ieee.es](http://www.ieee.es).

tabiliza la falta de acceso a sistemas de saneamiento básicos<sup>82</sup>. La mayoría de ellos se encuentran en África y Asia Meridional. Esta situación es especialmente preocupante en las ciudades donde la población que habita en los suburbios no tiene acceso al agua, fomentando los problemas de integración y de marginación.

En cuanto a la innovación, el sector agrícola ofrece muchas posibilidades de mejora en la eficiencia del uso de agua para disminuir su demanda, como aumentar la productividad de las cosechas. La desalinización también puede provocar una revolución en el sector del agua para hacer frente al aumento de la demanda de agua y al cambio en los patrones de precipitaciones motivados por el cambio climático.

El fomento de los sistemas de almacenamiento de agua también es una de las opciones de desarrollo futuras desde el punto de vista de la creación de infraestructuras. Según los datos del Banco Mundial se estima que el número de presas construidas aumente un 16 % en 2030, lo que permitirá aumentar la capacidad de almacenamiento de agua un 40 %<sup>83</sup>.

### ***Objetivo 10: reducir la desigualdad en y entre los países***

El agua es uno de los factores que más desigualdad genera. A pesar de ser derechos humanos, el acceso al agua y al saneamiento son los factores más básicos para diferenciar entre ricos y pobres. Gran parte de los fondos destinados a la adaptación al cambio climático en los países en desarrollo están relacionados con el agua, bien a través de la mejora en la producción agrícola, bien a través de las mejoras en las infraestructuras para minimizar las consecuencias de las sequías e inundaciones o bien para mejorar los sistemas de saneamiento.

### ***Objetivo 11: lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles***

Según la ONU, en 2030 un 60 % de la población vivirá en zonas urbanas. Un 95 % de esta expansión se va a producir en países en desarrollo de África y Asia. La población urbana en estos países aumentará de 2.900 millones en 2015 a 4.300 millones en 2035<sup>84</sup>. Los expertos en urbanismo señalan que las ciudades bien diseñadas son la forma más eficiente y sostenible de vivir en el planeta<sup>85</sup>. Sin embargo, este ascenso acelerado de población urbana im-

<sup>82</sup> <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>.

<sup>83</sup> <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>.

<sup>84</sup> <http://www.act.nato.int/urbanisation>.

<sup>85</sup> Declaraciones de Michael Sorkin, arquitecto y experto en urbanismo. Video disponible en: <https://vimeo.com/109724578>.

plica importantes retos, como son el aumento de la demanda de una vivienda digna, un sistema de transporte adecuado, un mayor número de infraestructuras y servicios básicos, y una mayor demanda de empleo<sup>86</sup>.

Las ciudades alteran el ciclo del agua de diferentes formas, entre las que se encuentran: la retirada de agua de superficie y de los acuíferos, el aumento de las superficies impermeables que aumentan los riesgos de inundaciones y la contaminación provocada por el vertido de aguas residuales sin tratar. Esto último es especialmente preocupante en el caso de los países en desarrollo, donde un 90 % del agua se vierte directamente sin tratar a los ríos, lagos, etcétera, lo que provoca contaminación y aumenta los riesgos de la salud<sup>87</sup>.

Según el Banco Mundial<sup>88</sup> las ciudades deberán proveer más servicios a una media de 70 millones de personas al año en los próximos veinte años, lo que supone todo un desafío cuando se trata del acceso al agua y al saneamiento.

Además de este uso directo de recursos hídricos, también hay que considerar que las ciudades son centros de gran consumo de bienes y servicios, por lo que también es necesario tener en cuenta el agua virtual asociada.

Las ciudades también están expuestas a diversos riesgos medioambientales, como la escasez de agua y los derivados del cambio climático. Esta situación es especialmente preocupante en aquellas ciudades situadas en los deltas de los ríos, donde se pueden producir inundaciones, salinización de los acuíferos, el aumento del nivel del mar o la destrucción de los ecosistemas. De todas las catástrofes naturales las inundaciones son las que más afectan a la población urbana, siendo esta situación especialmente preocupante en los suburbios por ser donde se localiza una tercera parte de la población urbana mundial<sup>89</sup>.

Este incremento en la tasa de urbanización está asociado a una mayor competencia por el agua para su uso en agricultura, su uso industrial o uso doméstico, incidiendo de forma negativa entre la población más pobre.

Para lograr la sostenibilidad de las ciudades es necesario planificar y gestionar el agua teniendo en cuenta su ciclo natural<sup>90</sup>. Promover la minimización de los residuos hídricos y su tratamiento, la reutilización del agua, disminuir su pérdida e incrementar su almacenamiento y la recarga son alguna de las soluciones. También será necesario monitorizar el aumento de contaminan-

<sup>86</sup> <http://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview#1>.

<sup>87</sup> Informe: «WaterforSustainableWorld». UN, Water, 2015.

<sup>88</sup> World Bank. 2015. A Water-SecureWorldforAll. WaterforDevelopment: Responding to thechallenges. Washington, DC: World Bank.

<sup>89</sup> Messages and PolicyRecommendations, WaterSummit, Budapest, 28-30, November 2016. Disponible en: [www.budapestwatersummit.hu](http://www.budapestwatersummit.hu).

<sup>90</sup> Messages and PolicyRecommendations, WaterSummit, Budapest, 28-30, November 2016. Disponible en: [www.budapestwatersummit.hu](http://www.budapestwatersummit.hu).

tes como productos farmacéuticos y de higiene, cuyo consumo se verá incrementado a medida que el auge de las clases sociales medias vaya teniendo un mayor acceso a estos productos en los países en desarrollo.

También es importante realizar una distribución equitativa de los recursos hídricos. En la India solo un 71 % de las viviendas urbanas tiene acceso a agua potable y una de cada cinco viviendas no tiene baño propio. De hecho, en la India habita casi la mitad de la población mundial que defeca al aire libre. En ciudades como Mumbai el 50 % de la población vive en asentamientos informales sin acceso o con acceso restringido a servicios básicos como el agua potable, el saneamiento, la electricidad o la gestión de residuos<sup>91</sup>.

### ***Objetivo 12: garantizar modalidades de consumo y producción sostenible***

En este objetivo se menciona el agua de forma específica junto con la energía y los alimentos. El planeta solo dispone del 0,5 % del agua dulce para satisfacer las necesidades humanas y de los ecosistemas<sup>92</sup>. El uso excesivo y mal gestionado puede conducir a situaciones de estrés hídrico, como se está produciendo en algunos acuíferos. Según un informe de la NASA<sup>93</sup>, veintiuno de los treinta y siete acuíferos más grandes del planeta están en situación crítica, es decir, que se saca más agua de la que se repone. De ellos, los que presentan una peor situación se sitúan en el noroeste de la India, Pakistán y el norte de África. Todas ellas regiones pobres y con una alta densidad de población.

La creciente demanda de población que va experimentar el mundo puede ejercer presión sobre todos los recursos pero, principalmente, sobre los más básicos como el agua, los alimentos y la energía. En el año 2050 se estima que la demanda de agua se incremente en un 55 % debido al aumento de la población, la creciente urbanización, el consumo creciente de alimentos y agua y al desarrollo económico. La industria, la generación termoeléctrica y el uso doméstico<sup>94</sup> serán los sectores donde se produzca un aumento mayor de la demanda de recursos hídricos.

Además de este aumento del consumo directo de agua, el incremento de la población mundial y especialmente el de la clase media en las economías emergentes va a generar un mayor consumo, no solo de los productos bási-

<sup>91</sup> <https://www.weforum.org/agenda/2016/04/these-are-the-challenges-faced-by-india-s-urban-poor-and-how-we-can-solve-them/>.

<sup>92</sup> <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production>.

<sup>93</sup> Información obtenida en <https://www.washingtonpost.com/news/wonk/wp/2015/06/16/new-nasa-studies-show-how-the-world-is-running-out-of-water/>.

<sup>94</sup> Water for a sustainable world WWAP (United Nations World Water Assessment Programme), 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a sustainable World, París, UNESCO.

co sino también de aquellos más propios de una sociedad consumista, como lo ha sido de forma tradicional la sociedad occidental. Los nuevos hábitos alimentarios, el consumo de ropa y accesorios por encima de las necesidades básicas también llevan implícitos unos costes hídricos, conocidos como huella hídrica.

### ***Objetivo 13: adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos***

Los efectos del cambio climático son complejos e impredecibles pero inciden de forma directa tanto en la disponibilidad como en la demanda de agua. En 2025, alrededor de 1.800 millones de personas vivirán en regiones que presentarán una escasez absoluta de agua, dos tercios de la población mundial podrían vivir en condiciones de estrés hídrico<sup>95</sup>.

El agua es a la adaptación lo que la energía es a la mitigación<sup>96</sup>. Según señala el 5.º Informe del IPCC, la gestión integral de los recursos hídricos puede constituir un instrumento muy útil para abordar la adaptación al cambio climático. Esta gestión integral incluso se podría incluir dentro de una Evaluación Estratégica Medioambiental que abordara no solo el tema del agua sino otros recursos desde el punto de vista de la sostenibilidad. Sin embargo, según señala el informe, existen ciertas barreras para considerar el sector del agua como fundamental desde el punto de vista de la adaptación, entre ellas la falta de capacidad humana e institucional, la falta de recursos financieros, la falta de evaluaciones y estimaciones y la falta de comunicación<sup>97</sup>.

Sin embargo, a pesar de estos obstáculos, la adaptación al cambio climático está tomando cada vez un mayor protagonismo en las negociaciones internacionales y en la provisión de fondos. Por este motivo, tanto en la COP21, celebrada en París a finales de 2015, como en la COP22 de Marrakech se han dado pasos decisivos para que el agua y la adaptación sean incluidas en la agenda de acción contra el cambio climático.

En la COP22 hubo un día dedicado al agua, denominado *Water Action Day*, en él se abordaron los siguientes temas: el agua y el desarrollo sostenible, el establecimiento de una alianza del agua con los sectores socioeconómicos, los mecanismos de financiación relacionados con la adaptación y mitigación en el sector el agua, con especial atención en el continente africano, gestión integral del agua en áreas urbanas y de las cuencas hidrográficas y la mejora de conocimientos, cooperación internacional y desarrollo de capacidades.

<sup>95</sup> <http://www.unwater.org/publications/publications-detail/en/c/204294>.

<sup>96</sup> Informe: «High and Dry, ClimateChange, Water and the Economy 2016» del World Bank Group, disponible en: <http://www.worldbank.org/en/topic/water/publication/high-and-dry-climate-change-water-and-the-economy>.

<sup>97</sup> <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/> Fecha de consulta: 8 de enero de 2017.

Además, en la COP22 se presentaron dos nuevas iniciativas: «Water for Africa» e «Internacionaal Network of Parliamentarians for water» que se suman a las ya existentes como #Climate Water initiative, «Paris Pact on water and climate change adaptation to river basins, lakes and aquifers», «Business Alliance for water and Climate» y «Megacities Alliance for water and climate».

Algunos países han incorporado en sus *NDC (National Determined Contribution)* aspectos relativos a la gestión de recursos hídricos, lo que ha contribuido a aumentar la visibilidad del agua en las discusiones internacionales sobre el cambio climático. En muchas de estas contribuciones se recogen, dentro de la adaptación, acciones muy específicas relacionadas con el agua. Las opciones propuestas son muy variadas y van desde el ahorro de energía, la garantía de suministro o la introducción de mejoras en su localización<sup>98</sup> y distribución.

Jordania es uno de los países que mayor atención ha prestado en su *NDC*<sup>99</sup> a las acciones de adaptación en el sector del agua. La escasez de los recursos hídricos es una de las mayores barreras que presenta el país para alcanzar un desarrollo sostenible. Jordania dispone de un Ministerio del Agua y Riego y de una Estrategia de Gestión del Agua, «*Water for Life: Jordan's Water Strategy - 2008-2022*<sup>100</sup>».

En la *NDC* presentada por Bahrein se menciona la necesidad de llevar a cabo una estrategia de recursos hídricos integral y resistente al cambio climático y enfocado hacia una gestión sostenible. Para llevar a cabo esta coordinación, en 2009 se creó el «National Water Resources Council». Además, el *Ministry of Electricity and Water* está llevando a cabo el proyecto «Water Conservation Initiative» para actualizar la red de distribución de agua con el objeto de minimizar pérdidas, disminuir el consumo de agua y disminuir la energía requerida para las plantas desalinizadoras, fomentando la reducción de emisiones. Este planteamiento constituye un ejemplo de cómo la adaptación contribuye a la mitigación<sup>101</sup>.

Kuwait<sup>102</sup> y Qatar<sup>103</sup> también mencionan la importancia de la gestión de los recursos hídricos en sus *NDC* presentadas. El primero señala el desarrollo

---

<sup>98</sup> Hidalgo, M. Documento de análisis 55/2015: «La gestión de los recursos hídricos en la adaptación al cambio climático».

<sup>99</sup> <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Jordan/1/Jordan%20INDCs%20Final.pdf>.

<sup>100</sup> <http://www.emwis.org/documents/database/water-life-jordans-water-strategy-2008-2022>.

<sup>101</sup> [http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Bahrain/1/INDC\\_Kingdom\\_of\\_Bahrain.pdf](http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Bahrain/1/INDC_Kingdom_of_Bahrain.pdf).

<sup>102</sup> [http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Kuwait/1/Kuwait\\_INDcs\\_English\\_Version.pdf](http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Kuwait/1/Kuwait_INDcs_English_Version.pdf).

<sup>103</sup> <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Qatar/1/Qatar%20INDCs%20Report%20-English.pdf>.

de un programa de gestión del agua para el país y la importancia de la educación de la población en temas medioambientales. Por su parte, Qatar pretende abordar la explotación de sus recursos de forma sostenible tal y como se contempla en el documento «Qatar National Vision 2030». En relación al agua, cabe destacar la mejora en los procesos de depuración del agua para ser utilizada en agricultura en lugar de agua potable y la mejora en los procesos de desalinización con el empleo de energías renovables. Además, la aprobación de una Ley Nacional del Agua refuerza la importancia que tiene el agua para el Gobierno qatarí.

En Emiratos Árabes<sup>104</sup> se pretende establecer un marco federal estratégico para la gestión del agua, pues se considera que el cambio climático afectará a la disponibilidad de recursos hídricos. Al igual que otros países de la zona, la reutilización del agua y la desalinización, empleando tecnologías más eficientes y energías renovables, son las dos principales opciones que se contemplan para abordar los problemas de escasez.

La gestión integrada del agua con el desarrollo de nuevas fuentes, la construcción de presas y la recarga de acuíferos son algunas de las propuestas realizadas en la *NDC* de Arabia Saudí<sup>105</sup>. Además fomentará la reducción del consumo de agua y la reutilización de aguas residuales a nivel doméstico, industrial y comercial, así como la producción de agua desalinizada.

Para Líbano<sup>106</sup> la adaptación al cambio climático constituye una prioridad. Para minimizar su efecto sobre los recursos hídricos, las áreas de actuación del Gobierno libanés se focalizan en la construcción de presas, optimización de los recursos existentes y la mejora en la eficiencia del uso del agua, principalmente en el sector del riego. Todas estas medidas se encuentran contempladas en la estrategia «National Water Sector».

En la *NDC* presentada por Israel<sup>107</sup> la adaptación ocupa un peso mucho menos relevante que la mitigación. Solamente se menciona el Plan Nacional de Adaptación y el *Climate Change Information Center (ICCI)* encargado de recoger datos científicos para evaluar el impacto del cambio climático en sectores como los recursos hídricos, la biodiversidad, la salud pública y el plan urbanístico.

---

<sup>104</sup> <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/United%20Arab%20Emirates%20First/UAE%20INDC%20-%202022%20October.pdf>.

<sup>105</sup> <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Saudi%20Arabia%20First/KSA-INDCs%20English.pdf>.

<sup>106</sup> <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Lebanon/1/Republic%20of%20Lebanon%20-%20INDC%20-%20September%202015.pdf>.

<sup>107</sup> <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Israel%20First/Israel%20INDC.pdf>.

Uno de los países que mayor énfasis ha prestado a la gestión de sus recursos hídricos dentro de su *NDC* es Marruecos<sup>108</sup>, puesto que considera que se trata del factor más crítico para alcanzar un desarrollo sostenible. Además de los compromisos de mitigación, en el documento se establecen objetivos concretos en los horizontes de 2020 y 2030. Por ejemplo, en un futuro próximo, Marruecos pretende sustituir la explotación de sus acuíferos (alrededor de 85 millones de m<sup>3</sup>/año) por la de agua superficial e incrementar el riego por goteo desde las 154.000 hectáreas de la actualidad a las 555.000 en 2020 y a 920.000 en 2030. Entre los objetivos establecidos para el 2030 se encuentran la desalinización de 285 millones de m<sup>3</sup> al año, la reutilización de 325 millones de m<sup>3</sup> de agua residual y la construcción de treinta y ocho nuevas presas.

En el caso de Singapur<sup>109</sup> entre las medidas de adaptación presentadas en su *NDC* se establece el objetivo de satisfacer la demanda de agua en un 80 %, empleando la desalinización y de reutilización de agua. En cuanto a la captura de agua, Singapur pretende alcanzar la cifra del 90 % de su territorio mediante técnicas de salinidad variable aplicadas en los ríos y en las proximidades de la costa. Por lo que respecta a la mejora de su seguridad hídrica, ha diseñado un suministro diversificado y seguro basado en los «Four National Taps»<sup>110</sup>: captura de agua, importación de agua (de Malasia), la desalinización y reutilización.

Por lo que respecta a España, que también se encuentra en el listado, no ha presentado su *NDC* de forma individual sino que el compromiso se ha adquirido en el marco de la Unión Europea<sup>111</sup>, cuyo *NDC* está enfocado, principalmente, en la mitigación y, por lo tanto, no menciona la gestión de recursos hídricos.

#### ***Objetivo 14: conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible***

Los océanos constituyen el 99 % del espacio vital del planeta y contienen el 97 % del agua de la Tierra. El propósito de este objetivo es evitar la sobreexplotación para evitar la pérdida de recursos pesqueros, evitar la contaminación, mejorar su conservación y promover un uso sostenible.

<sup>108</sup> <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Morocco%20First/Morocco%20First%20NDC-English.pdf>.

<sup>109</sup> <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Singapore%20First/Singapore%20INDC.pdf>.

<sup>110</sup> <https://www.pub.gov.sg/watersupply/fournationaltaps>.

<sup>111</sup> <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/European%20Union%20First/LV-03-06-EU%20INDC.pdf>.

***Objetivo 15: promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de diversidad biológica***

Según el informe del Banco Mundial titulado «High and Dry» de 2016, nos espera un futuro sediento e incierto si no somos capaces de hacer frente a la vulnerabilidad de los ecosistemas terrestres frente al cambio climático. Esta pérdida de biodiversidad además de tener importancia desde el punto de vista ecológico, también lo tiene desde el punto de vista de la economía, ya que puede alterar algunos de los sistemas productivos.

Los ecosistemas de agua dulce como ríos, lagos o humedales son el hábitat para un 10 % de las especies del planeta<sup>112</sup>. Según el *Living Planet Index 2016*, se ha producido una disminución en las poblaciones de los ecosistemas de agua dulce de un 81 % entre 1970 y 2012. Las causas se pueden encontrar en la pérdida y la degradación de los hábitats como consecuencia de una acción humana directa. La contaminación, el cambio de los cursos de los ríos, presas mal diseñadas, el incremento de sedimentos de los ríos a causa de la deforestación son algunos ejemplos de cómo una mala gestión de los recursos hídricos contribuye a la pérdida de biodiversidad.

Dentro de las infraestructuras que más pueden afectar al equilibrio de los ecosistemas son las presas. Como ejemplo se puede citar el caso de la presa del río Elwha en el noroeste de Estados Unidos, construida en 1914, y la del cañón de Glines, construida en 1927. Ambas presas dificultaban la migración de los salmones adultos, por lo que su población disminuyó drásticamente afectando directamente al modo de vida de la tribu ElwhaKlallam. En los años ochenta varios grupos ecologistas se unieron para proponer la demolición de ambas presas. Finalmente, la presa Elwha comenzó a demolerse en 2011 y constituyó la demolición más grande de una presa llevada a cabo en Estados Unidos. La presa Glines también fue demolida en 2014<sup>113</sup>.

***Objetivo 16: promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles***

Entre las metas que se incluyen en este objetivo hay tres que están directamente relacionadas con la gestión de los recursos hídricos:

<sup>112</sup> WWF. 2016. Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era. WWF International, Gland, Switzerland.

<sup>113</sup> WWF. 2016. Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era. WWF International, Gland, Switzerland.

- Reducir considerablemente todas las formas de violencia y las tasas de mortalidad conexas en todo el mundo.
- Ampliar y fortalecer la participación de los países en desarrollo en las instituciones de gobernanza mundial.
- Crear instituciones eficaces, responsables y transparentes a todos los niveles.

En esta situación de reparto desigual del agua, el estrés hídrico puede llegar a fomentar conflictos entre las poblaciones, bien por el acceso al agua o bien fomentando las situaciones de inestabilidad política y social, aumentando, por ello, los riesgos de radicalización y extremismo y los conflictos internos. En 2007, el secretario general de la ONU, Ban Ki Moon, señaló que el cambio climático estaba relacionado con la aparición de conflictos, constituyendo una amenaza para la paz y la seguridad internacionales. Exponía el caso de Darfur como ejemplo del primer conflicto inducido por el cambio climático.

Por este motivo es necesario enfocar la adaptación al cambio climático y el aumento de la resiliencia de las poblaciones al cambio climático hacia la cooperación internacional para la gestión de los recursos hídricos. Una cooperación entendida no solo como la firma de un tratado, el intercambio de datos o la gestión de cuencas, sino también como un proceso activo con el establecimiento de reuniones periódicas a nivel ministerial y el desarrollo conjuntos de proyectos técnicos<sup>114</sup>.

***Objetivo 17: fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible***

La gestión de los recursos naturales y, en concreto, el agua también necesitan de una nueva gobernanza a nivel mundial. Este objetivo aborda factores financieros, tecnológicos y comerciales, resaltando la importancia que tiene que los países desarrollados cumplan con sus compromisos relacionados con la asistencia al desarrollo. Precisamente, la adaptación al cambio climático es donde los países deberían realizar un mayor esfuerzo.

El mundo se enfrenta a desafíos globales como el crecimiento de la población, el aumento de la demanda de recursos hídricos, alimenticios y energéticos. Solo se alcanzará el desarrollo sostenible gestionando de forma integradora el nexo entre el agua, la seguridad alimentaria y la energía.

---

<sup>114</sup> Tal y como se establece en el «WaterCooperationQuotient». Disponible en: [http://www.strategicforesight.com/publication\\_pdf/28799WCQ-web.pdf](http://www.strategicforesight.com/publication_pdf/28799WCQ-web.pdf).