



CONCLUSIONES

9º foro

AGUA PARA EL DESARROLLO 2014

Agua y energía



FUNDACIÓN CANAL
Canal de Isabel II





Escenarios

- Referencia 2050
- Cambio climático
 - Limitaciones de agua actuales
 - Limitaciones de agua futuras
- Con adaptación: permitimos ajustes inversiones
- Sin adaptación: la potencia instalada escenario de Referencia 2050



ÍNDICE

PRESENTACIÓN	05
INTRODUCCIÓN	07
1. EL CONTEXTO GENERAL DEL NEXO AGUA - ENERGÍA	25
2. AGUA PARA LA ENERGÍA: EL PROGRAMA THIRSTY ENERGY	41
3. AGUA Y ENERGÍA EN ESPAÑA	51
4. LAS RELACIONES ENTRE AGUA Y ENERGÍA: EL CASO DE CANAL ISABEL II GESTIÓN	61
5. NUEVAS TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS EN ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO	69
6. LA ENERGÍA DESDE LA PERSPECTIVA DEL ACCESO AL AGUA	77
7. ENERGÍA Y COOPERACIÓN	85



Esta versión forma parte de la Biblioteca Virtual de la **Comunidad de Madrid** y las condiciones de su distribución y difusión se encuentran amparadas por el marco legal de la misma.



www.madrid.org/publicamadrid

Presentación

Agua y energía son dos recursos estrechamente relacionados e interdependientes, por lo que las decisiones que se toman en el ámbito de uno afectan, inevitablemente, al otro. Los diferentes procesos de producción y generación de energía requieren distintos consumos de agua, del mismo modo que la disponibilidad de agua determina, en buena parte, las tecnologías y procesos de producción de energía que son viables en una determinada zona geográfica. A su vez, la energía es fundamental en el ciclo integral urbano, para extraer agua subterránea, para potabilizarla o desalarla, para distribuirla a los usuarios y depurarla o para reciclarla y hacer posible su reutilización. Por ello es necesario coordinar las planificaciones hidrológica y energética, para sentar unas bases que permitan una gestión eficiente de ambos recursos.

Actualmente unos 768 millones de personas no cuentan con acceso al agua potable en el mundo, cerca de 2.500 millones no disponen de sistemas de saneamiento básico y más de 1.300 millones de personas no cuentan con electricidad en sus viviendas. La práctica totalidad de estas personas pertenecen a los sectores sociales más pobres de los países en desarrollo, lo que pone de manifiesto la relación entre acceso al agua y a la energía con la pobreza y el desarrollo.

Así pues, el nexo agua-energía va más allá de consideraciones técnicas y entra de lleno en temas como el medio ambiente, la lucha contra la pobreza, el desarrollo, la seguridad alimentaria, la financiación del desarrollo y la exigencia de conseguir la seguridad hídrica y energética.

Éstos fueron los principales temas que se abordaron en el noveno “Foro Agua para el Desarrollo” que tuvo lugar el 5 de junio de 2014 en la Fundación Canal. La publicación que ahora se presenta se nutre de lo más destacado del debate y de la reflexión que entonces se suscitó.

Introducción

El debate que tuvo lugar durante el Foro Agua para el Desarrollo de 2014 se centró en las relaciones entre agua y energía en tres planos fundamentales. Por una parte, a nivel global, en el que se pusieron en evidencia las interrelaciones y dependencias entre el agua y la energía, y se analizaron los retos que hay que afrontar para conseguir un aprovechamiento y gestión adecuados de ambos recursos en aras a garantizar el desarrollo sostenible y equitativo del planeta y así definir las políticas que se propugnan para tal fin. En segundo lugar, se trataron las particularidades del ámbito urbano, especialmente el relacionado con los servicios del ciclo integral del agua, ya que representa demandas importantes tanto de agua como de energía, y su gestión debe afrontarse de forma simultánea y coordinada entre ambos recursos. Por último, se prestó especial consideración al nexo entre el agua y la energía en el ámbito de la cooperación internacional, puesto que la consecución de la seguridad hídrica y energética se inscriben en la lucha contra la pobreza y son condicionantes para el desarrollo; de hecho, muchos de los Objetivos de Desarrollo del Milenio -y es de esperar que también de los que se definan después del 2015-, dependen de que se consiga ampliar de forma sostenible y equitativa las coberturas en el acceso al agua, el saneamiento y la energía.

El Foro fue inaugurado por Eva Tormo Mairena, Directora Gerente de la Fundación Canal, y por Enrique Ruiz Escudero, Viceconsejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid.

En su intervención inaugural, el Viceconsejero Ruiz Escudero comentó que las relaciones entre el agua y la energía en la Comunidad de Madrid deben considerarse teniendo en cuenta no solo las particularidades de estos dos recursos sino también su contextualización en el territorio. En este sentido, la extensión de la región es de 8.022 km² y tiene una población cercana a los seis millones y medio de personas, lo que configura una situación con una alta densidad demográfica, que es máxima en el entorno de la ciudad de Madrid y disminuye progresivamente hacia el exterior de forma que solo el 3% de la población habita en las zonas periféricas que son, por otra parte, las que tienen mayor biodiversidad y valor ecológico, y consecuentemente gozan de los mayores niveles de protección medioambiental.

Esta realidad exige establecer una estrategia medioambiental para gestionar el territorio que, en el caso de la región, se ha concretado en conseguir unos amplios niveles de protección para hacer frente a las presiones ambientales y demográficas. En efecto, la región de Madrid tiene prácticamente la mitad de su territorio con distintos grados de protección ambiental, tales como la Red Natura 2000 (40%), humedales, vías pecuarias, zonas ZEPA y LIC, entre otras. En Madrid está, también, el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama recientemente aprobado¹ -compartido con Castilla León-, que ocupa unas 33.960 hectáreas, de las que casi el 64% están en Madrid, y los parques regionales de la cuenca alta del Manzanares (42.583 hectáreas), de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama (31.550 ha) y el del curso medio del río Guadarrama y su entorno (22.650 ha). En este capítulo también cabe resaltar el Paraje Pintoresco Pinar de Abantos y Zona de la Herrera, con 1.539 ha, y la Reserva Natural El Regajal-Mar de Ontígola con 629,21 ha.

Por lo que se refiere a la energía, el Viceconsejero llamó la atención de que Madrid solo produce el 1% de la energía que consume, configurándose así como un verdadero sumidero de electricidad, por lo que ha sido necesario implantar una red de distribución que cubre toda la Comunidad, que, por otra parte, debe adecuarse a las demandas existentes, fundamentalmente localizadas en el área metropolitana de Madrid. En relación con el agua, la mayor parte de los usos está asociada al ciclo integral del agua, que en Madrid es gestionado por el Canal de Isabel II; a diferencia de otras regiones, en la región la agricultura es relativamente poco importante suponiendo escasamente el 1% de su PIB.

Con las particularidades reseñadas relativas al agua y la energía, y su limitado margen de actuación institucional, la Comunidad de Madrid tiene centrada su actividad medioambiental en la gestión de la calidad del aire, íntimamente relacionado con los recursos anteriores de forma que recientemente aprobó la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de

¹ Ley 7/2013, de 25 de junio, de declaración del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama (BOE 26/6/2013)

la Comunidad de Madrid (2013-2020)² dirigida a aquellos sectores y contaminantes que, a la vista de las evaluaciones periódicas de los niveles regionales de emisión e inmisión de contaminantes, se consideran prioritarios para lograr una mejora de la calidad del aire y una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La Estrategia se elaboró con el objetivo de establecer soluciones para abordar la mejora de calidad del aire de la Comunidad de Madrid, contando con la colaboración de las administraciones locales en el ámbito de sus competencias, y muy especialmente de aquellos municipios de más de 100.000 habitantes, que están obligados a adoptar planes y programas para el cumplimiento de los objetivos de calidad del aire.

Así, la Estrategia desarrolla cuatro programas sectoriales y cuatro programas horizontales, englobando un total de 58 medidas distribuidas en las siguientes líneas de actuación:

a. Programas sectoriales, que incluyen los que se indican a continuación.

- Transporte. Contempla medidas en los ámbitos del uso de combustibles menos contaminantes, atenuación del tráfico privado motorizado y fomento del cambio modal hacia vehículos menos contaminantes y transporte colectivo y/o público. Esta propuesta se complementa con medidas específicas asociadas al transporte de mercancías y al aeropuerto de Madrid-Barajas.
- Industrial. Desarrolla medidas sobre los contaminantes y sectores industriales más relevantes dentro de la Comunidad de Madrid con el objeto de disminuir las emisiones de contaminantes atmosféricos, prevenir la generación de residuos en origen y fomentar el aprovechamiento energético de los residuos.
- Residencial, comercial e institucional. Contempla medidas encaminadas a fomentar el uso de combustibles limpios y la mejora de la eficiencia energética.
- Agricultura y medio natural. Incorpora medidas para reducir las emisiones de contaminantes de fuentes naturales e incrementar el potencial del sector como sumidero de carbono.

b. Programas horizontales. Contemplan medidas destinadas a potenciar la formación, información e investigación, establecer un marco normativo y fiscal incentivador de los programas sectoriales y ahondar en el conocimiento de la vulnerabilidad al cambio climático que presenta la región de Madrid.

Los aspectos anteriores configuran las líneas maestras de la actividad medioambiental en la Región de Madrid, que pueden sintetizarse en mantener unos altos niveles de protección ambiental en el territorio, garantizar la gestión del agua, que se concreta fundamentalmente en el ciclo integral gestionado satisfactoriamente, en términos de servicio y calidad del recurso, por el Canal de Isabel II, y potenciar la mejora energética incentivando mayores niveles de eficiencia.

Por último, el Viceconsejero resaltó la importancia de la concienciación y participación ciudadana en temas medioambientales toda vez que es un factor relevante, y así se ha recogido en la Estrategia como una línea sectorial de actuación.

Después de la inauguración se dio paso a las intervenciones de un nutrido grupo de expertos, cuyas ponencias sirvieron para contextualizar el debate y dotarlo de contenido:

- Josefina Maestu, directora de la Oficina de Naciones Unidas para la Década del Agua, presentó las conclusiones más relevantes del informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo de 2014 que trata monográficamente de las relaciones entre agua y energía. Este informe, comentó, es el resultado de un proceso de cooperación entre todas las agencias de Naciones Unidas en el marco de ONU Agua.

Llamó la atención, en primer lugar, de que tanto el agua como la energía son fundamentales

² ORDEN 665/2014, de 3 de abril, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se aprueba la estrategia de calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid 2013-2020. Plan Azul +



Eva Tormo Mairena, Directora Gerente de la Fundación Canal.

Enrique Ruiz Escudero, Viceconsejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid.

para el bienestar humano y el desarrollo socio-económico, circunstancia que queda patente al analizar los déficits en el acceso a estos dos recursos; en el mundo hay unos 760 millones de personas sin acceso al agua segura, son 2.500 millones las que no disponen de sistemas de saneamiento básico, 1.300 millones no tienen electricidad y 2.600 millones las que usan combustibles fósiles para cocinar. La mayoría de estas personas habitan en países en desarrollo y en África subsahariana, quedando patente las relaciones de acceso al agua y la energía con la pobreza y la falta de desarrollo.

En el informe se hace un claro diagnóstico de las demandas de ambos recursos, tanto en la situación actual como en diferentes escenarios futuros; concretamente, con respecto al agua se determina que actualmente las detracciones ascienden a unos 3.500 km³ anuales y que en 2050 aumentarán hasta los 5.200 km³ debido, sobre todo, al crecimiento acelerado que se prevé en los BRIICS³. Sectorialmente se espera una disminución de las demandas agrarias y un incremento de la industrial, doméstica y eléctrica. En relación con la demanda de energía primaria, en el informe se estima un incremento del 30% para 2035; en este sentido resaltó Josefina Maestu que actualmente la energía representa el 15% de las detracciones totales de agua, por lo que un aumento tan importante de la demanda de energía tendrá impactos relevantes en los otros usos del agua. Esta cuestión es especialmente significativa toda vez que la disponibilidad actual de agua está en una situación crítica si se tiene en cuenta que entre 1987 y 2000, las extracciones aumentaron un 1% anual y se prevé que para 2050 se produzca un incremento del 55%; además, el 20% de los acuíferos del mundo están sobreexplotados y las extracciones de agua subterránea aumentan a una tasa de entre el 1 al 2% anual.

Para esbozar posibles soluciones a esta situación, en el informe se han calculado las necesidades de agua asociadas a las distintas tecnologías de generación de electricidad, concluyéndose que las más sostenibles, en términos de requerimientos de agua, son las renovables -fotovoltaica, solar de concentración, eólica y geotermia-, mientras que las

³ Acrónimo de Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Sudáfrica.



Adriano García-Loygorri

Consejero Técnico de la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente



Diego J. Rodríguez

Economista senior del Banco Mundial

convencionales consumen sustancialmente más agua. En este sentido, se prevé una evolución deseable del *mix* energético a nivel mundial en la que en 2050 se llegará al máximo de utilización de los combustibles fósiles y que su importancia porcentual empezará a disminuir desde 2020 a favor de la energía nuclear, y especialmente de las renovables.

Tal evolución implica la necesidad de primar las tecnologías de generación eléctrica con menores demandas de agua, como la eólica y solar -aunque solo garantizan un servicio intermitente-, la hidroeléctrica y la geotérmica. Complementariamente, en el informe se propugna la coproducción de servicios de agua y energía a través de plantas combinadas de energía y desalación, y de calor y energía, utilizando recursos de agua alternativos para la refrigeración de plantas térmicas, y recuperando la energía del tratamiento de las aguas residuales.

Finalmente Josefina Maestu comentó que la conclusión global del informe es que el agua y la energía son la clave para el desarrollo sostenible y, en tal medida, estarán incorporados en la consideración de los objetivos que se concreten después de 2015, horizonte final de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

- Diego J. Rodríguez, Economista senior del Banco Mundial, presentó el programa *Thirsty Energy* del cual es su director. Este programa, impulsado por el Banco Mundial y del que forman parte numerosas instituciones internacionales, nacionales y empresas del sector privado, tiene como objetivo general contribuir a una gestión y desarrollo sostenible del agua y de la energía mediante la planificación integrada de los recursos y las inversiones en energía y agua, evaluando los costes y beneficios *-trade offs-*, e identificando las sinergias entre los dos sectores.

El programa tiene un enfoque nacional, para lo cual es necesario pasar de los datos y el diagnóstico global, esbozado durante la intervención de Josefina Maestu, a los problemas y soluciones nacionales, siempre teniendo en cuenta que el sector energético es el elemento principal; en este sentido, y en relación con el nexo agua-energía, el programa incide en los aspectos del *agua para la energía*.

Aunque el diagnóstico general del agua y la energía está detalladamente expuesto en el Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo de 2014, Diego Rodríguez aportó una serie de datos representativos al respecto. En 2035 se prevé un escenario en el que el consumo global de energía se incrementará un 35% y el del agua nada menos que un 85%; pero esta situación se verá exacerbada por el cambio climático que aumentará las incertidumbres y, sin duda, modificará significativamente la oferta y la demanda del agua y la energía.



Josefina Maestu

Directora de la Oficina de Naciones Unidas para la Década del Agua

Mientras que en el futuro podría tener lugar una crisis global del agua, el problema de la energía estará presente, precisamente por las interdependencias aludidas. Ya se han detectado impactos en el sector eléctrico en varias partes del mundo ocasionados por restricciones en la disponibilidad de los recursos hídricos; así, por ejemplo, en los Estados Unidos varias centrales eléctricas resultaron afectadas por la disminución de caudales fluyentes o por la elevada temperatura del agua utilizada para la refrigeración. En India hubo que parar una central térmica debido a la sequía, en Francia se pararon varias centrales nucleares por la temperatura del agua, y problemas similares se han localizado en Sri Lanka, China y Brasil. En definitiva, es evidente que el sector energético necesita del agua y es vulnerable a su disponibilidad, de forma que existen numerosos riesgos asociados entre los que cabe mencionar especialmente el aumento de la temperatura del agua -que limita su uso en la refrigeración de las centrales térmicas-, la disminución del agua disponible, la incertidumbre normativa, el aumento del nivel del mar y la calidad del agua. Como posibles impactos en la generación de energía asociados a estos riesgos, Diego Rodríguez señaló el posible cierre de centrales o la disminución de su producción, reducción de los permisos para implantar nuevas centrales eléctricas o instalaciones de extracción, pérdidas económicas e inestabilidad social y política.

A pesar de estas circunstancias, la planificación y producción energética se realizan actualmente, en la mayoría de los casos, obviando las posibles restricciones futuras de agua; es decir, las planificaciones sectoriales de agua y energía se abordan, en buena medida, de forma independiente, lo que resulta insostenible desde el punto de vista económico y social. Ante esta situación, Rodríguez abogó por planificar y diseñar las inversiones para una infraestructura sostenible e identificó soluciones que pueden implementarse a corto plazo, destinadas a integrar la planificación de la energía y el agua, reducir la dependencia del agua y aumentar la eficiencia; concretamente detalló las siguientes soluciones a tener en cuenta:

- Considerar las presas multiuso para centrales hidroeléctricas
- Integrar las infraestructuras de agua y energía
- Usar sistemas de refrigeración alternativos en centrales térmicas
- Potenciar la reutilización de agua
- Conservar y gestionar de forma sostenible el agua y la energía
- Reemplazar las centrales eléctricas antiguas o ineficientes
- Fortalecer la gestión conjunta del agua y la energía
- Promover e implementar tecnologías de energía renovable



Fernando Morcillo
Director General de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento



Fernando Arlandis
Subdirector de Estudios y Programas de Canal de Isabel II Gestión



Pedro Linares
Catedrático de Organización Industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI

- Analizar las opciones de usar agua salobre o salina
- Aumentar el valor económico del agua
- Mejorar la eficiencia de las centrales eléctricas
- Aumentar la eficiencia de los biocombustibles

Por último, Diego Rodríguez comentó la actividad del programa *Thirsty energy* en tres países concretos. En primer lugar en Sudáfrica, donde la colaboración está más avanzada y se realiza a través del *Energy Research Center* para incorporar la consideración de los recursos hídricos en su modelo energético. También se está trabajando en Marruecos y China, aunque en las fases iniciales de definición de los términos de referencia de las actuaciones.

- Adriano García-Loygorri, Consejero Técnico de la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, presentó la situación de las relaciones entre agua y energía en España, llamando la atención, en primer lugar, de la singularidad climática del sureste español en la medida en que tiene precipitaciones similares a las del norte de África, a pesar de lo cual, hasta hoy, no han habido problemas significativos en la producción de energía como los ocurridos en otros países debidos a la escasez de caudales fluyentes o a la temperatura del agua.

Otra singularidad de España, apuntó García Loygorri, es la importancia del parque hidroeléctrico, que se sitúa en cuarto lugar en Europa en términos de potencia instalada y entre el séptimo y octavo en lo referente a la producción de energía; en 2013, la producción hidroeléctrica supuso en España el 15,8% de la total con una potencia instalada que era el 18,3% de la española. Sin embargo, su relevancia en el *mix* ha disminuido en los últimos años en contraposición con el espectacular crecimiento que ha experimentado la eólica, que en 2013 supuso más del 21% de la producción eléctrica. El problema de la energía eólica es su intermitencia y su escasa adecuación a la demanda de forma que cuando hay picos de producción sin demanda, se pueden considerar tres opciones: desconectar los molinos, vender la energía, especialmente a Francia en condiciones poco ventajosas, o, en tercer lugar, la que para García Loygorri resulta ser la más interesante, almacenar agua en depósitos situados a gran altura mediante bombeos alimentados por la energía eólica no utilizada para satisfacer la demanda. Se dispone así de energía hidráulica que se consigue con energía barata y que puede turbinarse en las puntas de demanda, cuando la energía es más cara. Este tipo de energía almacenable por bombeo alcanza en España los 1.530 GWh, la mayor de Europa por encima de Suiza, Francia y Austria.

En relación con las necesidades de energía para los usos de agua, llamó la atención que en España el ciclo del agua consume alrededor del 7 % del total de la energía eléctrica, más de 23.000 GW/hora al año. Además, la tendencia es creciente, por la importancia que va adquiriendo la desalación y la regeneración, así como por el incremento de la demanda eléctrica que ha supuesto la mejora de la eficiencia en el sector agrario conseguida en los últimos años por la modernización de regadíos que ha introducido sistemas de riego a presión, y la mejora de calidad del agua depurada en el ciclo urbano. Para afrontar esta situación, puso de manifiesto que se cuenta con las infraestructuras necesarias -más de 1.200 grandes presas-, pero que complementariamente es necesario apoyar la investigación y la innovación con objeto de poder avanzar en la mejora de la eficiencia para reducir el consumo de energía, impulsar la utilización de procedimientos de tratamiento de aguas de bajo coste y potenciar la gestión integral del ciclo del agua y la energía. Sin embargo, con ser importantes los aspectos anteriores lo fundamental para encarar el escenario descrito, según García Loygorri, es contar con una planificación y una gobernanza adecuadas en el sector del agua de las que se dispone satisfactoriamente en España a través de las Confederaciones Hidrográficas.

- Fernando Morcillo, Director General de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, se centró en las relaciones entre agua y energía en el ciclo urbano, que actualmente se caracteriza, afirmó, por la eficiencia y la sostenibilidad. Estas relaciones cobran especial relevancia en España a partir de los años 80 del siglo pasado, cuando surge la exigencia de prestar el servicio de depuración y se acentuaron a partir de este siglo con el impuso de la desalación, ya que ambos procesos han ocasionado un incremento notable en el consumo de energía. En este sentido, argumentó, que si bien el recurso agua es

escaso -en tanto que *agua dulce* destinada al consumo humano-, aún más lo es la energía, que se tiene que importar para cubrir la demanda, circunstancia que pone de manifiesto la importancia de considerar el binomio agua-energía de forma coordinada y conjunta.

También resaltó Morcillo que en el sector de agua se han impulsado, especialmente a partir de los años 90, políticas relacionadas con la gestión de la demanda fomentando reducciones importantes en la dotación del consumo y propiciando importantes ahorros, pero que estas prácticas no se han aplicado en la energía.

El consumo energético del agua urbana en España supera el 20% del consumo eléctrico, porcentaje similar al de California que alcanza el 19%, circunstancia claramente indicativa de que el ahorro de agua supone un ahorro de energía, motivo por el cual Morcillo abogó por la necesidad de coordinar políticas hidráulicas y energéticas. Sectorialmente, los servicios del ciclo integral que más energía consumen son la desalación, bombeos de captación, transporte y presión y la depuración. El consumo por metro cúbico de los servicios es tal que la captación puede alcanzar hasta los 2,1 kWh/m³, la potabilización entre 0,11 y 4,67 kWh/m³ -el valor superior se da cuando es necesaria la desalación-, la distribución entre 0,12 y 0,22 kWh/m³, la depuración entre 0,41 y 0,61 kWh/m³ y la reutilización entre 0,32 y 0,85 kWh/m³; en total el consumo eléctrico en el ciclo urbano del agua en España está entre 0,96 y 8,6k Wh/m³, rango similar al de California que está entre 0,61 y 9,9 kWh/m³.

Fernando Morcillo comentó que el valor inferior del consumo de electricidad por metro cúbico de agua tratada en todos los servicios del ciclo integral se aproxima a un kilowatio hora, valor que es la media de los valores deducidos en estudios de ciudades de más de 800.000 habitantes, que presentan resultados entre 0,814 y 1,124 kWh/m³.

Considerando la composición de los gastos de operación del ciclo del agua urbana, los asociados a la energía solo suponen un 7%, que no es muy importante y que si se repercuten en el gasto energético en los hogares resulta que representan menos que los consumos asociados a la iluminación o, incluso, a los asociados al *stand by* de los equipos electrónicos. Concluyó Morcillo que el verdadero ahorro potencial de energía en relación con el agua está en el hogar y no en los servicios del ciclo integral.

Llamó la atención sobre la necesidad de racionalizar la consideración del binomio agua y energía, al que propuso incorporar el cambio climático, a través de mejoras en la gestión conjunta, incidiendo en la auditoría de los usos del agua, el desarrollo de métricas de cálculo de los consumos específicos, la implantación de mecanismos económicos adecuados que incluyan los costes ambientales y energéticos, la mejora de las relaciones coste-beneficio y, especialmente, la realización y potenciación de campañas de sensibilización del consumo responsable del agua y la energía.

Para lo anterior, propuso que los operadores de servicios de agua urbana acometan a corto plazo acciones para optimizar la compra de energía en el marco de un cada vez más complejo mercado energético liberalizado, potenciar la generación de energía hidráulica y renovables y el ahorro y manejo eficiente de procesos e instalaciones de los diferentes servicios del ciclo, fundamentalmente a través de planes de ahorro energético.

Para terminar, y como conclusión, Fernando Morcillo resaltó la importancia de considerar el agua como consumidora de energía en el ciclo urbano del agua que, aunque representa menos del 10% de la demanda total, sí que es relevante y que cualquier reducción del consumo del agua redundará inmediatamente en menores demandas de energía. En este contexto, lo relevante es actuar en el ámbito del hogar, que es donde se pueden conseguir mayores reducciones de consumo de energía asociadas al agua.

- Fernando Arlandis, Subdirector de Estudios y Programas de Canal de Isabel II Gestión, presentó el caso del Canal de Isabel II. En primer lugar informó que la empresa gestiona el ciclo integral del agua en la práctica totalidad de los ayuntamientos de la Comunidad de Madrid y que para ello consume una importante cantidad de electricidad, cuya cuantía varía sustancialmente entre años húmedos -cuando los recursos que se aprovechan son los superficiales que se suministran por gravedad- y los secos, en los que bombean las aguas de los acuíferos terciario detrítico y el carbonatado de Torrelaguna, y se aprovechan los recursos del río Alberche, para lo que es necesario utilizar importantes bombeos. De esta forma, en un año seco resulta que el consumo de electricidad del Canal puede alcanzar

3.1. Consumo energético anual en el hogar. IDAE e INE (2012). ESPAÑA.

	Consumo	Porcentaje	Coste (Euros)
Calefacción.....	4.656	47 %	420
Electrodomésticos.....	1.922	19 %	350
ACS. Calentamiento agua.....	1.872	19 %	180
Cocina.....	733	7 %	110
Iluminación.....	406	4	80
En espera (Standby).....	228	2	45
Refrigeración.....	79	1	15
TOTAL... (Kwh/hogar).....	9.897 Kwh	100 %	1.200
CARBURANTES VEHÍCULO.....	7.650 Kwh	77 % s/c.e.hogar	1.400



fundacioncanal.com



FUNDACIÓN CANAL
Canal de Isabel II





Sergio Álvarez Sánchez
Secretaría General de Cooperación Internacional para el Desarrollo
del Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación



Eduardo Sánchez
Director de relaciones institucionales de Ongawa



Lucila Izquierdo
Presidenta de Energía sin Fronteras

hasta los 580 GWh, mientras en un año húmedo se reduce hasta los 400 GWh; en términos medios la depuración es el servicio que más energía consume en torno a la mitad del total, mientras que el abastecimiento representa el 45%.

Fernando Arlandis comentó que Canal de Isabel II Gestión es el principal productor de electricidad de la Comunidad de Madrid con una potencia instalada de 82,05 MW correspondientes a 8 centrales hidroeléctricas (39,1 MW), 11 plantas con motores biogás (23,4 MW), 1 planta de cogeneración (19,2 MW) y 9 micro-turbinas implantadas en una EDAR y en la red de distribución. Como quiera que la generación de hidroelectricidad es inversamente proporcional al consumo, mientras que la cogeneración, biogás y micro-turbinas muestran una mayor estabilidad en la generación de electricidad, se verifica que existe mucha diferencia en el *mix* de producción entre años secos y húmedos. De hecho, en 2012, segundo año más seco de la serie histórica de aportaciones, la producción anual de energía hidráulica ascendió a 47 GWh, mientras que en 2013, que fue un año húmedo, fue de 107 GWh.

Por otra parte, Fernando Arlandis comentó que desde 2010 se está desarrollando el Plan de mejora energética de Canal Gestión, con objeto de incrementar la eficiencia desde un punto de vista integral -operativo, tecnológico, económico y medioambiental-, en la gestión de la energía generada, impulsando la coordinación entre las distintas áreas de la empresa. Este plan se articula en tres programas que engloban la inversión para incrementar la capacidad de generación de la empresa (hidroeléctrica y a partir de biogás), la renovación de las instalaciones menos eficientes en cuanto a consumo energético y la revisión de los procesos operativos y de compra y venta de energía. Con respecto a este último punto, Arlandis sintetizó las mejores prácticas adoptadas por la empresa para la compra de energía: i) conseguir una mejora de la capacidad de negociación con varias sesiones de subasta ; ii) reducir la posición abierta del suministrador bien reduciendo el tiempo de posiciones abiertas en la oferta y entregando una carta de "confort" sobre resultado de la licitación, o bien centrándose en el margen y no en el precio; iii) seleccionar el mejor momento de compra de electricidad y iv) contratación de parte del consumo a precio variable.

- Pedro Linares, Catedrático de Organización Industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI, presentó las principales conclusiones del estudio financiado por la Fundación Canal denominado *Nuevas tecnologías de generación eléctrica a partir de la disponibilidad de recursos hídricos en escenarios de cambio climático*, del cual es director. En este estudio se analiza la influencia de distintos escenarios de disponibilidad de agua, tanto temporales como geográficos, en la producción de energía eléctrica en España. En particular, el estudio considera cómo las modificaciones en la disponibilidad de agua inducidas por el cambio climático pueden afectar al sistema eléctrico español, a su capacidad de satisfacer la demanda y a las tecnologías empleadas para ello.

La conclusión más evidente del estudio, según Linares, es que una menor disponibilidad de agua supone un mayor coste para el sistema energético, aunque en una cuantía reducida. Este cambio en los costes se deriva de la necesidad de sustituir fuentes de generación energética, ahora limitadas en su producción, por otras no limitadas por el agua, o por tecnologías de eficiencia energética en el lado de la demanda.

Estos costes se pueden determinar de forma absoluta o como costes de oportunidad, evaluando la medida en que los costes del sistema energético podrían reducirse si hubiera más disponibilidad de agua. A este respecto, se han determinado los precios sombra del agua, que muestran cómo el sector energético puede, en algunos casos (en cuencas y meses determinados), estar dispuesto a pagar por el agua un precio superior al que actualmente se ofrece para otros usos del agua (como el regadío, por ejemplo). Es decir, que la limitación de agua en el sector energético podría solucionarse, al menos parcialmente, si se pudieran intercambiar los usos del agua.

La segunda conclusión relevante es que la adaptación al cambio climático es muy importante y que en los escenarios en los que se permite que el sistema responda (mediante cambios en las inversiones) a una menor disponibilidad de agua inducida por el cambio climático, se mitigan tanto el aumento del coste como los precios sombra.

Los cambios en el sistema se producen, por una parte, por el desplazamiento de tecnologías de generación a otras de demanda. Por otra parte, también se reduce la producción de energía hidroeléctrica, al disminuir la escorrentía natural. Esto tiene, además, consecuencias sobre la fiabilidad del sistema, ya que, en ausencia de energías fósiles, la energía hidráulica es la principal responsable de dar respaldo a la energía eólica o fotovoltaica. De hecho, se ha comprobado que en los escenarios drásticos de cambio climático -con aplicación de medidas de adaptación- aumenta mucho la inversión en bombeo, precisamente para ofrecer este respaldo.

Es relevante el hecho de que el escenario futuro considerado sea 2050, en el cual se supone que el sector eléctrico estará totalmente descarbonizado (según el *Energy Roadmap 2050*); en esta situación, las tecnologías de generación estarán basadas en las energías renovables o en la nuclear, por lo que los escenarios de cambio climático no introducen grandes modificaciones sobre el escenario de referencia.

La desagregación geográfica que se ha hecho en el estudio ha permitido concluir cuestiones relevantes relativas a cuencas hidrográficas específicas de España; por ejemplo, que las cuencas del sureste están muy limitadas en su disponibilidad de agua, lo que implica que no se pueda producir energía en ninguna de ellas. Esto evidentemente puede tener consecuencias importantes respecto al suministro de la demanda eléctrica en estas regiones.

Por último, Pedro Linares llamó la atención de las incertidumbres inherentes a un ejercicio de simulación a 2050 por lo que las aproximaciones realizadas en el estudio son relativamente modestas, y no influyen en la robustez de los resultados. En cualquier caso, es recomendable interpretarlos no tanto en términos absolutos, sino comparando escenarios entre sí en términos relativos. A este respecto, la formulación ingenieril *bottom-up* del modelo ofrece seguridad en que los términos de variación serán realistas. Las posibles mejoras a realizar en el futuro en el modelado (por ejemplo para la gestión hidráulica) no deberían suponer alteraciones significativas de los resultados.

- Sergio Álvarez Sánchez, de la Secretaría General de Cooperación Internacional para el Desarrollo del Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación, planteó la situación del agua y la energía en el marco de la agenda post 2015. En primer lugar comentó que la nueva agenda es una continuación de lo planteado por los Objetivos de Desarrollo del Milenio en tanto que propugna la erradicación de la pobreza pero que incorpora un nuevo concepto como es el del desarrollo humano sostenible, que proviene de las cumbres de la tierra desde Río de 1992, Johannesburgo de 2002 y, recientemente, de la de Río+20 de 2012. Además se pretende que sea una agenda de desarrollo universal, es decir que no solamente tenga en cuenta a los países en desarrollo -como los ODM-, sino que contemple metas comunes para todos los países; en este sentido los objetivos concretos e indicadores a nivel nacional tendrán necesariamente que ser adaptados a las circunstancias nacionales de cada país. Este planteamiento está requiriendo de un proceso intenso de negociaciones que compagina la universalidad con las necesarias adecuaciones entre grupos de países, y es el reflejo de una nueva configuración geopolítica mundial que va más allá de las relaciones norte-sur, o entre países desarrollados y en desarrollo.

En este contexto, la agenda post 2015 debe incluir las tres dimensiones del desarrollo sostenible -económica, social y medioambiental-, que, aunque a nivel conceptual del desarrollo es un tema asumido, sin embargo surgen contradicciones cuando se abordan temas como el del crecimiento y la financiación, entre otros aspectos.

Sergio Álvarez llamó la atención de que el programa de concreción de la agenda post 2015 es complejo ya que integra numerosos procesos que tendrán lugar durante las sesiones 67, 68 y 69 de la Asamblea General de Naciones Unidas y deben culminar en septiembre de 2015 en la Asamblea General de Naciones Unidas, en la que el Secretario General se ha comprometido a presentar un documento con la versión final de la agenda que, por un lado, incluirá la revisión de los ODM y, por otro, un conjunto de objetivos que constituirán los que previsiblemente se denominen objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

Hasta ahora, la discusión más sustancial se está llevando a cabo a nivel intergubernamental en el seno de un grupo de trabajo sobre los ODS aunque toda la agenda tiene un componente de financiación muy importante, que también es objeto de negociación gubernamental, a diferencia de los ODM, en los que se consideraron las cuestiones de implementación solo después de haber comprometido los objetivos en la Cumbre del Milenio de 2000. Además de la participación gubernamental, en la concreción de la agenda se ha fomentado la intervención de la sociedad civil a través de consultas temáticas. Este proceso participativo, que implica a más de 190 países puede ralentizar y dificultar la toma de decisiones al tener que determinar los objetivos y también abordar su financiación. En todo caso, resaltó Álvarez, que el tema de la financiación, que está siendo abordado por un reducido grupo de países, también deberá concretarse en septiembre de 2015, en una conferencia sobre financiación del desarrollo.

Por otra parte, se ha constituido una instancia que jugará un papel importante en el desarrollo y seguimiento de la agenda, que es el denominado *High Level Political Forum*, que tiene

la consideración de un consejo de desarrollo sostenible -una especie de consejo de seguridad, pero ni con la potencia ni los medios del existente-, que deberá ser el garante del cumplimiento de los ODS, una vez se concreten.

De todos los procesos, Álvarez se centró en el grupo de trabajo para los ODS, que empezó su actividad en 2013 y su mandato proviene de Río+20; tiene como objetivo proporcionar a la Asamblea General una lista de objetivos concretos y medibles en junio de 2014 con el fin de que se pueda iniciar el proceso de negociación que deberá culminar en septiembre de 2015. Inicialmente se preveía la intervención en este grupo de 30 países pero actualmente lo integran 70 que comparten 30 sillas; España, comparte silla con Italia y Turquía. El grupo ha tenido 11 reuniones y en julio de 2014 se celebrará la última antes de presentar sus resultados a la AG. Lo cierto es que ya se dispone de un listado de 17 objetivos concretos -*draft zero*-, entre los que están el relativo al agua -objetivo 6-, que goza de la mayor aceptación por parte de los 70 países, y el de la energía -objetivo 7-, del que se tienen dudas de si debe ser único, si debe ser transversal o si las metas que contempla son las adecuadas.

En concreto, en el *draft zero* las metas del objetivo 6, agua y saneamiento seguros para todos en un mundo sostenible son:

6.1. En 2030 conseguir el acceso universal al agua segura, saneamiento asequible e higiene para todos

6.2. En 2030 conseguir el acceso universal al saneamiento asequible y seguro y a la higiene en el hogar, colegios, centros de salud y campos de refugiados, prestando especial atención a las necesidades de mujeres y niñas

6.3. En 2030 mejorar la calidad del agua reduciendo significativamente la contaminación, eliminando los vertidos tóxicos y mejorando la depuración en un x% y la reutilización en un y%

6.4. En 2030 mejorar el uso eficiente de agua en todos los sectores en un x%

6.5. Implementar la gestión integrada de los recursos hídricos, incluyendo la cooperación transfronteriza

6.6. Garantizar la extracción y el suministro sostenible de agua y en 2020 proteger y restaurar los ecosistemas y acuíferos que provean servicios relacionados con el agua

6.7. En 2030 disminuir en un x% la mortalidad y en un y% las pérdidas económicas inducidas por las enfermedades relacionadas con el agua

6.8. Proveer servicios e infraestructuras, tanto naturales como construidas, para los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento, para los usos productivos del agua y para mitigar los impactos de los desastres relacionados con el agua

Por otra parte, las metas del objetivo 7 del *draft zero*, relativo a conseguir el acceso asequible, sostenible y fiable a modernos servicios de energía para todos, son:

7.1. En 2030 conseguir el acceso universal de modernos servicios sostenibles de energía para todos

7.2. En 2030 duplicar la proporción de energías renovables en el *mix* energético

7.3. En 2030 duplicar la tasa global de eficiencia energética

7.4. En 2030 incrementar un x% global la importancia porcentual de las tecnologías de energías limpias, incluyendo biomasa sostenible y cocinas adecuadas

7.5. En 2030 eliminar los subsidios de combustibles fósiles que fomentan el consumo desahogado, incluyendo soluciones que favorezcan el acceso de la energía a los más pobres

7.6. En 2030 rehabilitar y expandir las infraestructuras de suministro, transmisión y distribución de servicios modernos de energías renovables en el ámbito rural y urbano, con la expectativa de duplicar el suministro de energía primaria per cápita en los países menos adelantados

- Eduardo Sánchez, Director de relaciones institucionales de Ongawa, trató el tema del acceso al agua en la cooperación para el desarrollo y su relación con la energía, constatando, en primer lugar, que a pesar de los esfuerzos desplegados en el contexto de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en 2012 eran 748 millones las personas en el mundo que no accedían a fuentes de agua mejorada y, aunque en 2010 se alcanzó la meta de los ODM relativa al agua, hay 45 países y toda una región como es África subsahariana en los que no se alcanzará. La situación es tan preocupante que, por ejemplo, en zonas rurales de Tanzania, donde Ongawa lleva trabajando en programas de agua desde hace más de 15 años, la cobertura de agua alcanza el 42%, pero, sin embargo, se ha comprobado que nada menos que el 30% de los sistemas de suministro de agua no funcionan por problemas de financiación, operación y mantenimiento.

La situación del saneamiento es aún peor, toda vez que en 2012 eran 2.500 millones las personas que no disponían de sistemas de saneamiento adecuados; en este contexto, se tiene el convencimiento de que a nivel mundial no se alcanzará la meta relativa al saneamiento en 2015. Además, la forma actual de medir el acceso al agua y al saneamiento se fija atendiendo solo a la accesibilidad física sin tener en cuenta otros parámetros imprescindibles para garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento; si así fuera, argumentó Sánchez, los déficit en las coberturas de ambos servicios serían mucho más elevados.

En este contexto delimitó el alcance y contenido del derecho humano al agua, que se refiere exclusivamente a los usos personales y domésticos, y concretó los criterios normativos que lo caracterizan: accesibilidad, asequibilidad, aceptabilidad, calidad y disponibilidad. Desde la perspectiva de los usos del agua que son un derecho humano y de los proyectos de desarrollo que tienen como objetivo garantizar un suministro seguro y fiable, la utilización de energía para el bombeo de agua ha sido tradicionalmente un elemento crítico.

Tradicionalmente la elevación de agua se ha realizado a través de bombas conectadas a la red eléctrica o utilizando motores diésel, pero recientemente se están generalizando en el contexto de la cooperación al desarrollo la utilización de sistemas basados en energías renovables, especialmente eólica y fotovoltaica, que compensan su intermitencia y variabilidad con la posibilidad de acumular agua en depósitos en altura, haciendo posible almacenar su energía potencial. La ventaja de estas fuentes son sus bajos costes de operación, aunque la inversión inicial suele ser mayor que para bombas conectadas a la red eléctrica o que utilizan diésel. En todo caso, con independencia de la tecnología utilizada, es importante que en la planificación energética rural se tenga en cuenta las necesidades de los sistemas de agua.

Sánchez también caracterizó las distintas tecnologías que se utilizan en la producción de agua y energía, distinguiendo las *tecnologías apropiadas* -poco intensivas en capital pero que generan oportunidades de empleo, y que permiten la producción y mantenimiento local con personal sin una alta cualificación-, la *alta tecnología* -que desarrolla aplicaciones que permiten el control remoto del suministro y pago por móvil-, y la *tecnología convencional*, que aunque no está diseñada específicamente para funcionar en un contexto de pobreza o en zonas remotas, tiene la ventaja de ser relativamente accesible y probada. Todas estas tecnologías se han aplicado en el ámbito de la cooperación al desarrollo en proyectos de agua y energía con resultados diversos, pero lo fundamental es conseguir que las intervenciones sean sostenibles.

Con independencia de la tecnología, para la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas de bombeo es necesario que se generen unos ingresos recurrentes que cubran los costes de operación y mantenimiento, y la disponibilidad de un mínimo tejido local de empresas suministradoras, talleres y técnicos que permitan dar respuesta a las incidencias habituales.

Eduardo Sánchez terminó comentando que el agua y la energía son elementos fundamentales para garantizar un nivel de vida digno por lo que todo hace prever que los Objetivos de Desarrollo Sostenible que sustituirán a partir del 2015 a los Objetivos de Desarrollo del

Milenio incorporaran el acceso universal al agua, al saneamiento y a fuentes modernas de energía para 2030. Desde esta perspectiva, puede resultar interesante empezar a trabajar simultáneamente estas dos dimensiones, que además pueden tener sinergias interesantes en el nivel operativo.

- Lucila Izquierdo, Presidenta de Energía sin Fronteras, inició su intervención resaltando que existe un consenso generalizado de que la energía es imprescindible para el desarrollo humano, la eliminación de la pobreza, y el logro de los ODM que, aunque no incluyeron una meta específica sobre energía, actualmente se reconoce, como así lo hizo en 2010 la Asamblea General de Naciones Unidas, que el acceso a la energía era un prerrequisito clave para alcanzar cada uno de ellos.

La relevancia de la energía en el contexto internacional se ha manifestado recientemente en diversos informes e iniciativas como, por ejemplo, en el documento producido como resultado de la Conferencia Rio+20 denominado *The future we want*, en el que se reconoce el papel crítico que la energía juega en el proceso de desarrollo y la necesidad de lograr un *partenariado* global para abordar los retos ambientales y socioeconómicos que presenta el acceso universal a una energía sostenible. La importancia de la energía también se ha manifestado en el ámbito de Naciones Unidas con la iniciativa *Energía sostenible para todos*, que pretende conseguir en 2030 el acceso universal a servicios modernos de energía, doblar la participación de la energías renovables en el *mix* energético global y duplicar el porcentaje de mejora de la eficiencia energética global. Por último, las Naciones Unidas han declarado el decenio 2014-2024 como la *Década de la Energía Sostenible para todos*.

En este contexto, Lucila Izquierdo aclaró que entiende como acceso a la energía la capacidad de disponer de una energía adecuada, disponible cuando se necesita, fiable, de buena calidad, asequible, legal, conveniente, saludable y segura, en todos los servicios que la requieren para usos domiciliarios, productivos y comunitarios.

Actualmente hay 1.300 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad y se prevé que en 2030 el déficit sea de 1.000 millones; de los 2.700 millones de personas que actualmente utilizan leña para cocinar y calentarse (el 93% en África subsahariana y el 83% en áreas rurales), la previsión es que en 2030, esta cifra apenas haya cambiado. En ambos casos, el problema se concentra en las áreas rurales, y especialmente en las comunidades más aisladas, donde la pobreza significa hambre, salud precaria, educación deficiente, y sobre todo, escasas oportunidades para salir de esa situación. Es en estas comunidades donde la tecnología tiene un mayor recorrido y un mayor impacto para promover el desarrollo y el bienestar de los pueblos.

El reto de abastecer de energía eléctrica a las comunidades rurales aisladas es un problema complejo que requiere de la actuación compartida de los diferentes agentes sociales; las escasas capacidades locales tanto de consumo y de pago, como en todo tipo de infraestructuras y servicios, hace difícil la intervención de las empresas tradicionales ya que, para ellas, es necesario encontrar modelos de negocio adecuados.

Existen dos formas usuales de electrificación rural, bien sea por extensión de redes o de forma descentralizada a través de sistemas aislados de las redes normales de suministro, siendo esta segunda la de mayor aplicación en las comunidades rurales aisladas. Sin embargo, se detectan problemas en la sostenibilidad de las instalaciones motivados, principalmente por el uso de tecnologías renovables inadecuadas, la aplicación de modelos económicos no adaptados a las necesidades de las comunidades y la inadecuada consideración de aspectos sociales, culturales y medioambientales de las comunidades. La experiencia demuestra que la sostenibilidad de los sistemas eléctricos descentralizados con energías renovables es muy difícil sin ayudas externas o tarifas sociales adecuadas. Las ayudas deben ser económicas y técnicas y tanto para la inversión inicial, como para el consumo.

Para terminar, Lucila Izquierdo enfatizó que las relaciones entre agua y energía son cada vez más evidentes. En este sentido llamó la atención de que las actuales tecnologías energéticas renovables permiten su utilización directa en aplicaciones de bombeo y depuración de agua, muy especialmente en proyectos locales. Es evidente la capacidad de optimización que pueden implicar los proyectos conjuntos de agua y energía en regiones aisladas de las redes de suministro.

La relación entre agua y energía es tan íntima, tiene un impacto de tal calado en la economía y el bienestar social que debería tener una atención especial por parte de los poderes públicos y de la cooperación y un análisis riguroso por parte de la industria, las instituciones académicas y la sociedad civil. Es cierto, no obstante, que estos dos sectores se han manejado de forma muy separada hasta ahora y que ambos tienen también una incidencia muy grande en la utilización de los recursos naturales, tanto del agua como del suelo cultivable, por lo que este estudio requiere toda la atención necesaria por parte de la sociedad.

La publicación que ahora se presenta es nutre de lo más fundamental del debate y de la reflexión que entonces se suscitó, y recoge las ponencias más relevantes presentadas.

Agradecemos las contribuciones escritas de los ponentes del Foro ya que enriquecen sustancialmente estas conclusiones.







1 El contexto general del nexo agua-energía

Este apartado está elaborado con la síntesis de la ponencia de Josefina Maestu e información del informe World Water Development Report 2014 de Naciones Unidas.

INTRODUCCIÓN

Agua y energía son dos recursos estrechamente relacionados y altamente interdependientes; de hecho, decisiones que se toman en el ámbito de uno de estos recursos afectan directa o indirectamente, y en mayor o menor medida, al otro. Los distintos procesos de producción y generación de energía están asociados a consumos muy diferentes de agua, del mismo modo que la disponibilidad de agua determina, en buena parte, las tecnologías y procesos de producción de energía que son viables en un ámbito regional determinado.

ENERGÍA PARA EL AGUA	AGUA PARA LA ENERGÍA
Captación y transporte	Extracción y refinado
Potabilización	Refrigeración termo-eléctrica
Energía usada en el uso del agua (bombeo, calor)	Producción de combustibles (etanol, hidrógeno)
Depuración y reutilización	Producción hidroeléctrica

Como se refleja en el recuadro, el agua es necesaria para refrigerar las centrales térmicas, para regar los cultivos de biocombustibles o para producir electricidad en las centrales hidráulicas y, en la fase de minería y producción de combustibles, para contribuir a la extracción de petróleo o gas, y también para limpiar el carbón. Por su parte, la energía es necesaria para extraer agua subterránea, para potabilizarla (o desalarla), para distribuirla a los usuarios y depurarla o hacer posible su reutilización (ciclo integral).

Además, es fundamental tener en cuenta estas relaciones entre agua y energía para encarar las políticas de cooperación internacional toda vez que el acceso a estos recursos es una condición para el desarrollo y su carencia está relacionada con la pobreza. De hecho, actualmente unos 768 millones de personas no cuentan con acceso al agua potable, cerca de 2.500 millones no disponen de sistemas de saneamiento básico y más de 1.300 millones de personas no cuentan con electricidad en sus viviendas. Todas estas personas pertenecen a los sectores sociales más pobres de los países en desarrollo -básicamente países menos adelantados y de África subsahariana-, evidenciando así la relación entre acceso al agua y a la energía con la pobreza y el desarrollo.

Por tanto el nexo entre agua y energía trasciende a consideraciones tecnológicas y técnicas y abarca temas como el medio ambiente, la lucha contra la pobreza, el desarrollo, la seguridad alimentaria, la financiación del desarrollo y la exigencia de conseguir la seguridad hídrica y energética. A este respecto es relevante resaltar que existen claras diferencias en relación

con la consideración del acceso a ambos recursos; mientras que en el caso del agua para consumo humano es considerado, y ampliamente aceptado, como un derecho humano, no ocurre lo mismo con el de la energía, que es percibido como un servicio mercantil y los usos de agua asociados con el mismo tienen la consideración de productivos. Esta cuestión es relevante a efectos de la gestión de los recursos hídricos ya que sus usos asociados son muchos y compiten entre sí, por lo que es necesario establecer criterios que prioricen su satisfacción, lo que implica la necesidad de disponer de instituciones con capacidad para garantizar el cumplimiento de las prioridades establecidas.

En el recuadro siguiente está el orden de prelación de usos establecido en la vigente ley de aguas española; el abastecimiento de poblaciones, que es un derecho humano, tiene la máxima prioridad, seguida de los usos del agua asociados a actividades productivas como son los regadíos y usos agrarios, la producción de energía eléctrica y otros usos industriales. Estas condiciones deben tenerse en cuenta, por ejemplo, cuando la planificación estratégica nacional o regional suponga elevados incrementos en las demandas de agua para los usos productivos, y concretamente los asociados con la energía, ya que puede ocurrir que haya que reducir las expectativas debido a que no son compatibles con la satisfacción de usos de mayor prioridad. Cualquier planificación sectorial debe, por tanto, concretarse coordinadamente con la de otros sectores con requerimientos de agua relevantes.

Artículo 60. Orden de preferencia de usos.

- 1. En las concesiones se observará, a efectos de su otorgamiento, el orden de preferencia que se establezca en el Plan Hidrológico de la cuenca correspondiente, teniendo en cuenta las exigencias para la protección y conservación del recurso y su entorno.*
- 2. Toda concesión está sujeta a expropiación forzosa, de conformidad con lo dispuesto en la legislación general sobre la materia, a favor de otro aprovechamiento que le preceda según el orden de preferencia establecido en el Plan Hidrológico de cuenca.*
- 3. A falta de dicho orden de preferencia regirá con carácter general el siguiente:*
 - 1º Abastecimiento de población, incluyendo en su dotación la necesaria para industrias de poco consumo de agua situadas en los núcleos de población y conectadas a la red municipal.*
 - 2º Regadíos y usos agrarios.*
 - 3º Usos industriales para producción de energía eléctrica.*
 - 4º Otros usos industriales no incluidos en los apartados anteriores.*
 - 5º Acuicultura.*
 - 6º Usos recreativos.*
 - 7º Navegación y transporte acuático.*
 - 8º Otros aprovechamientos.*

El orden de prioridades que pudiere establecerse específicamente en los Planes Hidrológicos de cuenca, deberá respetar en todo caso la supremacía del uso consignado en el apartado 1.º de la precedente enumeración.

[Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas]

LAS DEMANDAS GLOBALES

Los importantes déficit aludidos de acceso al agua potable y a la electricidad se incardinan en una situación en la que las demandas globales de ambos recursos aumentarán sustancialmente en el futuro debido, principalmente, al incremento demográfico, a la mejora del nivel de vida de amplios sectores sociales, especialmente en los denominados países emergentes, y al cambio en las pautas de consumo, ocasionando mayores presiones sobre los recursos naturales y los ecosistemas e intensificando la posibilidad de conflictos medioambientales, que podrán verse exacerbados por las incertidumbres derivadas del cambio climático.

Demandas de agua

Se estima que la demanda bruta de agua⁴ se incrementará sustancialmente desde los 3.500 km³ que se evaluaron en 2000 hasta 5.500 km³ en 2050⁵ -nada menos que un 55%- debido, principalmente, al aumento de la producción industrial (400%, en torno a los 1.000 km³), generación de electricidad (140%, unos 600 km³) y consumo doméstico (130%, cerca de 300 km³). Las demandas aumentarán significativamente en China y el Sur de Asia, así como en las economías emergentes de los BRICS debido a las actividades asociadas a la manufactura e industria, electricidad y consumo doméstico previstas en 2050. En los países en desarrollo también se esperan importantes incrementos de la demanda de agua para generación de energía. Todas estas demandas crecientes competirán con la de regadío, que se prevé que disminuya en 2050, básicamente porque la superficie regada permanecerá sensiblemente constante hasta 2050 debido a:

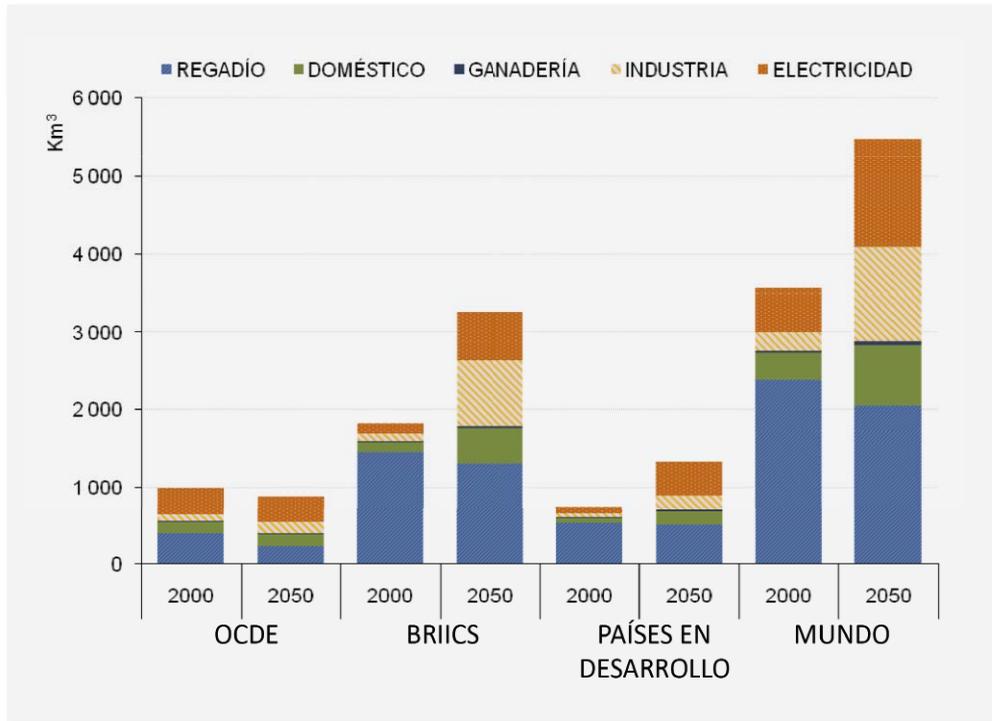
- No será posible un aumento de la superficie de zonas regables en el futuro porque ya es un recurso escaso en la mayoría de las regiones y, cuando se dispone de ellas, la carencia de infraestructuras y de financiación impedirá su puesta en riego en plazos más o menos cortos
- El incremento previsto en la demanda urbana, que en la mayoría de países tiene mayor prioridad de ser satisfecha, limitará el aumento de la asociada al regadío
- Existe una incertidumbre generalizada sobre la posibilidad de desarrollar nuevas zonas regables en el mundo.

⁴ Se corresponde con el concepto de detracción del medio, y se consideran incluidas las pérdidas en transporte, distribución y aplicación por lo que, básicamente, representa el volumen de agua extraído en el punto de agua, sea en las tomas de los embalses, en los aprovechamientos subterráneos o en cualquier otra fuente de suministro.

⁵ Leflaive, Xavier, et al. (2012). *WaterenOECD Environmental Outlook to 2050.The consequences of inaction. OECD Publishing.*

En la figura siguiente se refleja la evolución temporal de las demandas aludidas en los dos horizontes temporales de referencia.

EVOLUCIÓN SECTORIAL Y REGIONAL DE LAS DEMANDAS DE AGUA



Fuente: OECD Environmental Outlook to 2050

Este incremento de las demandas de agua configura un escenario en el que más del 40% de la población mundial vivirá en zonas con estrés hídrico, con cerca del 20% de los acuíferos del planeta sobreexplotados y los ecosistemas acuáticos muy degradados. La población que vivirá en situaciones de estrés severo en el mundo alcanzará los 3.900 millones en 2050, frente a los 1.600 millones que había en 2000.

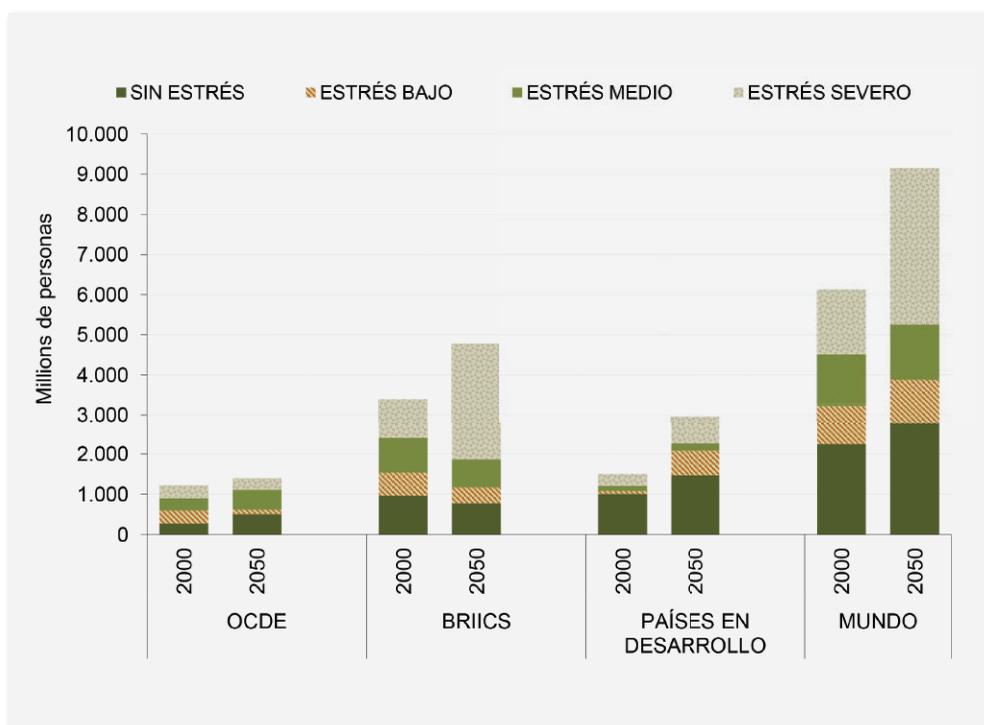
ESTRÉS HÍDRICO

El estrés hídrico se puede caracterizar mediante la relación entre las detracciones de agua en una cuenca y los recursos potencialmente disponibles; con este indicador se suelen considerar las siguientes situaciones:

- sin estrés sobre los recursos, cuando la relación es menor del 10%
- con estrés bajo, cuando está entre el 10 y el 20%
- con estrés medio, cuando está entre el 20 y el 40%
- con estrés severo, cuando la relación es mayor del 40%.

En 2050, casi tres cuartas partes de las personas que padecerán estrés severo vivirán en los BRICS y casi toda la población del sur de Asia y Oriente Medio residirán en cuencas con condiciones severas de estrés; por el contrario, se espera que las condiciones de estrés hídrico mejoren en los países de la OCDE, fruto, sin duda, de la disminución de las demandas y los mayores niveles de precipitación que se esperan como consecuencia del cambio climático. La evolución de los niveles de estrés teniendo en cuenta los niveles de desarrollo se representan en la figura siguiente.

EVOLUCIÓN REGIONAL DEL ESTRÉS HÍDRICO



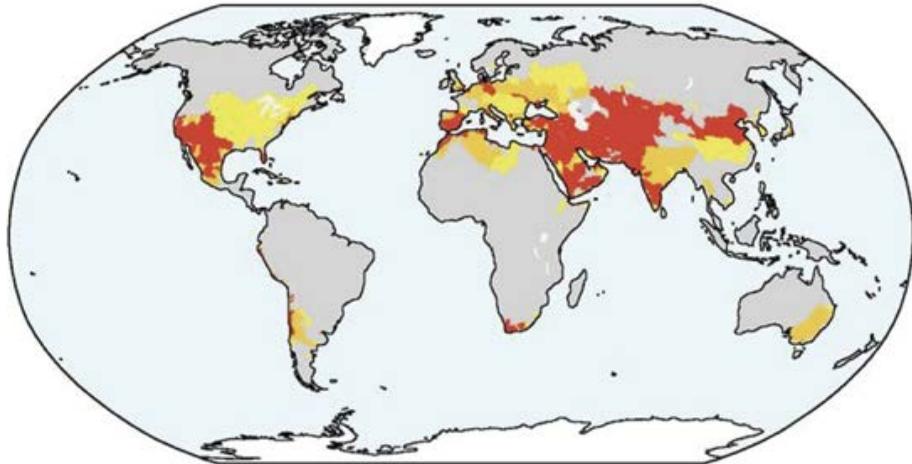
Fuente: OECD Environmental Outlook to 2050

Por otra parte, en la figura que se incluye a continuación se refleja la situación de estrés hídrico que se prevé tenga lugar en las cuencas del Planeta en el horizonte 2050.

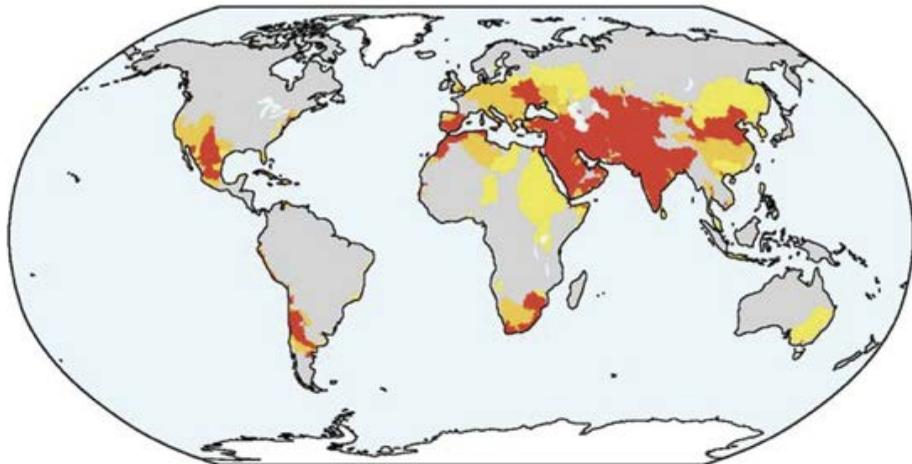
ESTRÉS HÍDRICO GLOBAL EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS 2010-2050

■ Sin (<0,1) ■ Bajo (0,1-0,2) ■ Medio (0,2-0,4) ■ Severo (>0,2-0,4)

2000



2050



Fuente: OECD Environmental Outlook to 2050

Demandas de energía

La evolución de la energía se ha configurado en el informe *World Energy Outlook 2012* definiendo unos escenarios que están determinados por la aplicación de distintas políticas y compromisos gubernamentales. En concreto, se diferencian cuatro escenarios energéticos con el horizonte 2035; el escenario de las *políticas actuales* es el que se configurará si no se adoptan políticas diferentes a las asumidas hasta mediados de 2012. El escenario de las *nuevas políticas*, que se considera el central, tiene en cuenta los compromisos actuales y asume que las que se anunciaron hasta 2012 se aplican e implementan, aunque de una forma moderada. El *escenario 450* tiene en cuenta que se adoptan las políticas y actuaciones

necesarias para que el incremento de la temperatura no sobrepase los 2 °C. Finalmente, se considera un cuarto escenario denominado *escenario global eficiente* que es el reflejo de aplicar todas las medidas económicamente viables para mejorar la eficiencia energética.

En el cuadro siguiente se refleja la evolución de la demanda de energía primaria estimada en el informe *World Energy Outlook 2012* en los escenarios aludidos.

DEMANDA Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN LOS ESCENARIOS

	1990	2010	NUEVAS POLÍTICAS		POLÍTICAS ACTUALES		ESCENARIO 450	
			2020	2035	2020	2035	2020	2035
DEMANDAS (Mtep)								
Países desarrollados	4.521	5.404	5.530	5.579	5.629	5.945	5.328	5.033
Países en desarrollo	4.058	6.972	9.001	11.147	9.210	12.245	8.466	8.973
Mundo	8.779	12.730	14.922	17.197	15.332	18.676	14.176	14.793
PRODUCCIÓN (TWh)								
Países desarrollados	7.629	10.848	11.910	13.297	12.153	14.110	11.470	12.153
Países en desarrollo	4.190	10.560	16.325	23.340	17.040	26.255	15.026	19.595
Mundo	11.819	21.408	28.235	36.637	29.193	40.365	26.496	31.748

La demanda de energía también se prevé que aumente entre el 35% y el 47% en 2035, debido a los incrementos en el consumo que tendrán lugar en los países emergentes, concretamente en China, India y Oriente Medio; de hecho, en 2035 el 67% de las demandas de energía estarán localizadas en los países en desarrollo y sus demandas habrán experimentado un incremento de entre el 60 y 76%. En este horizonte, se estima, además, que la demanda de electricidad subirá un 70%, la mitad debido a India y China y el resto a países en desarrollo no integrados en la OCDE.

En términos de la generación eléctrica que será necesario conseguir para cubrir las demandas previstas, se espera un incremento entre el 71 y el 89%, siendo en los países en desarrollo donde mayor será el aumento: nada menos que entre el 121 y 149% para 2035.

Se han determinado, para los escenarios considerados, los valores del *mix* energético correspondiente a los escenarios de *nuevas políticas*, *políticas actuales* y *escenario 450* que se reflejan en el cuadro siguiente.

EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA (TWh)

	1990	2010	NUEVAS POLÍTICAS		POLÍTICAS ACTUALES		ESCENARIO 450	
			2020	2035	2020	2035	2020	2035
Países desarrollados	7.629	10.848	11.910	13.296	12.154	14.109	11.471	12.152
Combustibles fósiles	4.561	6.600	6.629	6.401	6.981	7.948	5.931	3.328
Nuclear	1.729	2.288	2.318	2.460	2.299	2.240	2.392	2.982
Hidroelectricidad	1.182	1.351	1.486	1.622	1.474	1.578	1.521	1.730
Renovables	157	609	1.477	2.813	1.400	2.343	1.627	4.112
Países en desarrollo	4.189	10.560	16.325	23.339	17.040	26.255	15.027	19.595
Combustibles fósiles	2.929	7.847	11.163	14.528	12.167	18.882	9.522	7.159
Nuclear	283	468	1.125	1.906	1.099	1.668	1.209	2.986
Hidroelectricidad	962	2.079	3.027	4.054	2.916	3.771	3.137	4.532
Renovables	15	166	1.010	2.851	858	1.934	1.159	4.918
Mundo	11.818	21.408	28.235	36.635	29.194	40.364	26.498	31.747
Combustibles fósiles	7.490	14.447	17.792	20.929	19.148	26.830	15.453	10.487
Nuclear	2.012	2.756	3.443	4.366	3.398	3.908	3.601	5.968
Hidroelectricidad	2.144	3.430	4.513	5.676	4.390	5.349	4.658	6.262
Renovables	172	775	2.487	5.664	2.258	4.277	2.786	9.030

A pesar del avance de las energías renovables, que se concreta en compromisos formales de apoyo por parte de diversas instancias internacionales y gubernamentales, lo cierto es que el *mix energético* mundial seguirá basándose en los combustibles fósiles en los escenarios correspondientes a las *políticas actuales* y al de *nuevas políticas*. En 2035, será en los países en desarrollo donde se genere el 65% de la energía total del mundo.



Agua para la energía

Los incrementos de la demanda de energía estimados tendrán efectos directos en la disponibilidad de los recursos hídricos, que se manifestarán de forma diferente dependiendo de la estructura de generación energética que se disponga a nivel regional o nacional; no es lo mismo, en términos de demanda de agua, que se dependa de tecnologías que necesitan combustibles fósiles o que en el *mix energético* las energías renovables tengan un peso específico relevante.

Con la estructura de producción energética del cuadro anterior, el 90% de la generación de energía es altamente consuntiva en agua, correspondiente a centrales térmicas, y se prevé que en 2035 las demandas de agua asociadas a la producción energética se incrementen en un 20%, en términos de detracciones globales, debido, en gran parte, a la intensificación del uso de biocombustibles, que requieren importantes cantidades de agua.

Pero el problema no es solo de cantidad, sino que la producción y uso de la energía puede tener impactos negativos en la calidad del agua limitando su disponibilidad para otros usos, especialmente los asociados al consumo humano; en el cuadro siguiente se identifican estos impactos.

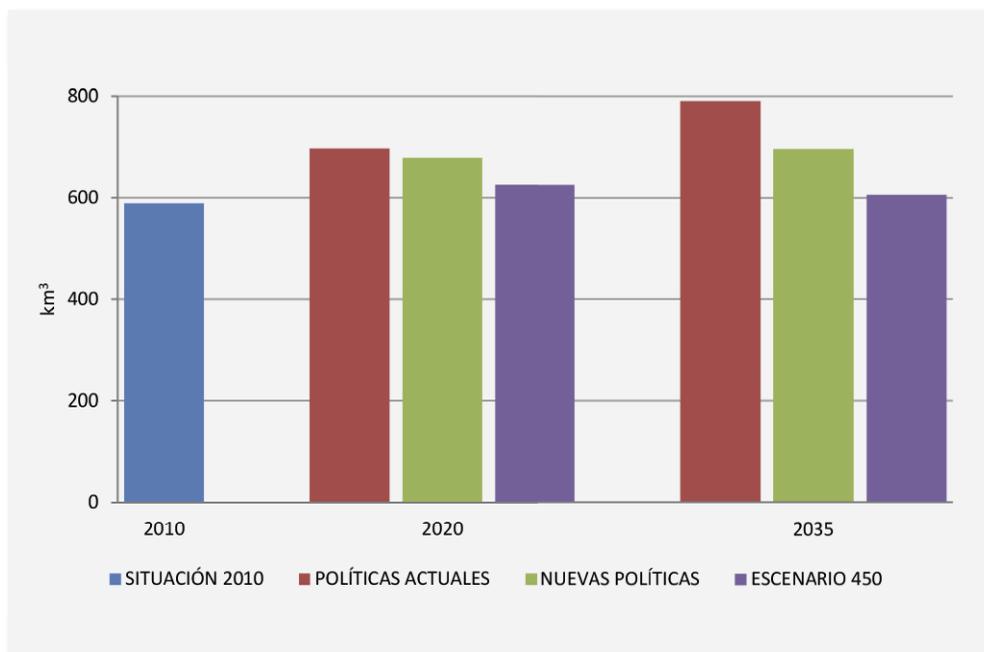
IMPACTOS DEL CICLO ENERGÉTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS

FASE DEL CICLO ENERGÉTICO	CANTIDAD DE AGUA	CALIDAD DEL AGUA
Extracción y producción		
Exploración de gas y petróleo	Agua para perforar, fracturar y completar	Impacto en la calidad del agua subterránea.
Extracción de gas y petróleo	Requiere importantes volúmenes de agua	El agua producida puede contaminar las aguas subterráneas y de superficie. Se generan importantes volúmenes de agua contaminada al extraer gas y petróleo, que es difícil y cara de tratar
Minería del carbón y el uranio	Consume mucha agua	Los residuos y drenajes pueden contaminar el agua subterránea y superficial
Generación eléctrica		
Termoeléctrica (fósil, nuclear, biomasa, solar, geotérmica)	Agua de refrigeración y limpieza. Son altamente consuntivas en agua. Representan el 43% de las detracciones de agua en Europa y cerca del 50% en Estados Unidos	Contaminación de aguas por vía atmosférica y térmica Impacto en los ecosistemas acuáticos
Hidroeléctrica	Pérdidas por evaporación en los embalses	Impactos sobre la temperatura, calidad y ecología del agua Pérdidas por evaporación en los embalses
Fotovoltaica y eólica	Consumos reducidos durante la construcción	
Refino y procesado		
Refino de petróleo y gas	Agua para el refino	Posibles problemas de contaminación
Bio-carburantes	Agua para cultivo y refino	Aguas residuales en el refino y el cultivo
Hidrógeno y combustibles sintéticos	Agua para síntesis o reformado	Aguas residuales
Transporte y almacenamiento		
Gas- y oleoductos	Agua para pruebas hidrostáticas	Aguas residuales
Residuos de carbón	Agua para el transporte	Aguas residuales
Transporte en barco		Accidentes
Almacenamientos subterráneos de gas y petróleo	Agua para la preparación del almacenamiento	Lodos

Fuente: Departamento de Energía de EEUU (US DOE, 2006). Tomado de *Nuevas tecnologías de generación eléctrica a partir de la disponibilidad de recursos hídricos en escenarios de cambio climático*. Fundación Canal. 2014. (En edición). *World Energy Outlook 2012*. Agencia Internacional de la Energía.

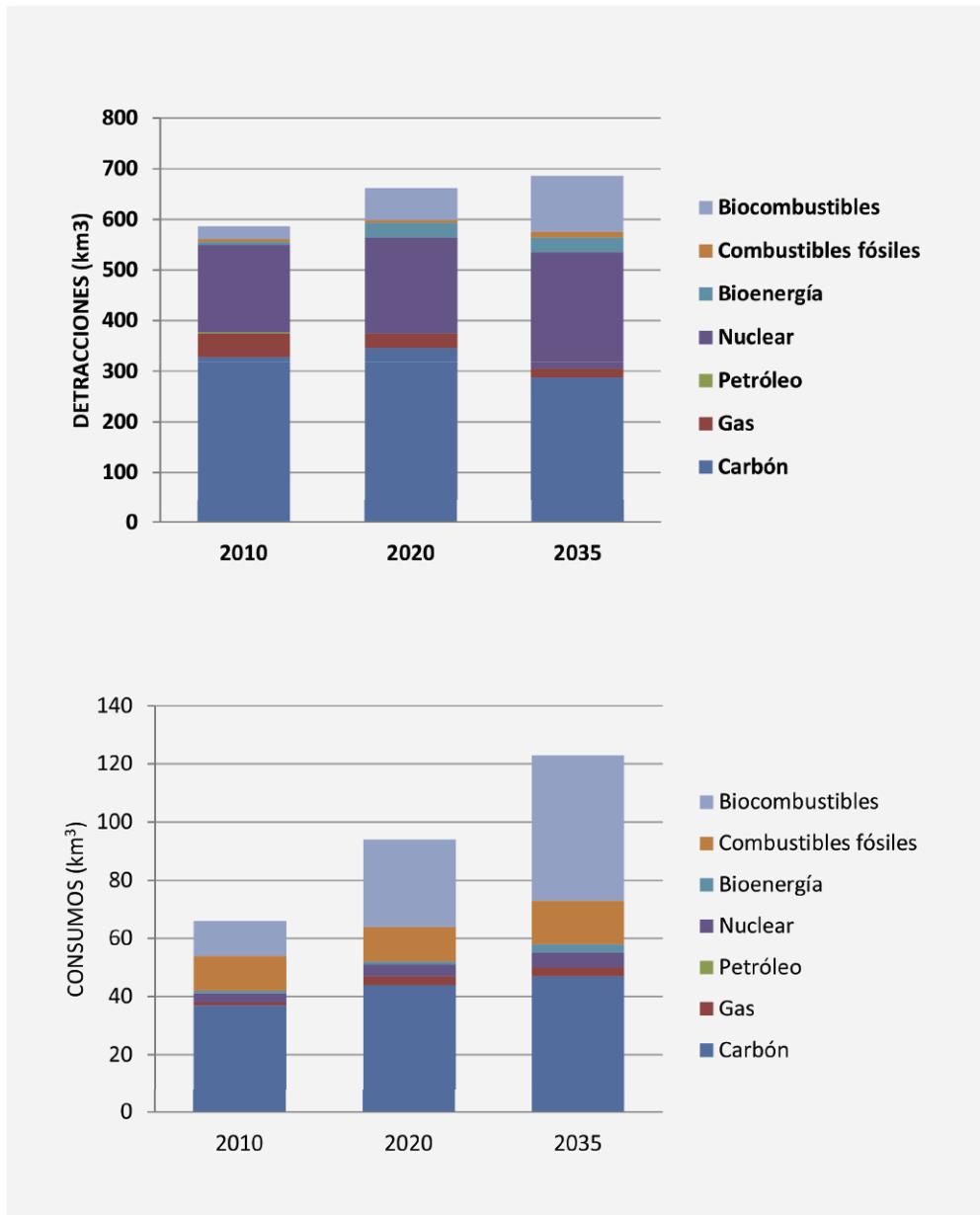
En 2010 se estima que las detracciones de agua destinadas a la producción de energía ascendían a unos 583 km³, que representaba aproximadamente el 15% del total; por su parte, el consumo de agua de sector de la energía fue de 66 km³, que es un 11% del total del agua derivada. Las necesidades de agua asociadas a los distintos escenarios de evolución de la energía varían en función de la demanda estimada, el *mix* de producción energética, las tecnologías de refrigeración y la importancia de los biocombustibles. Hay una tendencia general en los escenarios de un mayor consumo de agua entre 2010 y 2035, mientras que la referente a las derivaciones de agua es menos clara, como se puede apreciar en la figura siguiente.

DETRACCIONES DE AGUA (km³) ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA



En el escenario de *nuevas políticas* las detracciones de agua alcanzan los 690 km³ en 2035, un 20% de las de 2010, mientras que en el escenario de las *políticas actuales*, las detracciones en 2035 son mayores, del orden de 790 km³, es decir un 35% superiores a las de 2010. El consumo de agua crece un 85% en el escenario de las *nuevas políticas*, y se duplica para el de las *políticas actuales*. En la figura siguiente se reflejan las detracciones y consumos de agua correspondientes al escenario de las *nuevas políticas* en función del *mix* energético que existía en 2010 y el que se prevé en 2020 y 2035.

DETRACCIONES Y CONSUMOS DE AGUA SEGÚN TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS. ESCENARIO DE NUEVAS POLÍTICAS



El incremento de las necesidades de agua en el escenario de las *nuevas políticas* se debe, fundamentalmente a la preeminencia de los biocombustibles que incrementan las detracciones desde los 25 km³ en 2010 hasta 110 km³ en 2035, mientras que el agua consumida crece desde 12 km³ en 2010 hasta casi los 50 km³ en 2035.

Desde el punto de vista regional, las detracciones globales de agua asociadas a la producción de energía, correspondientes al escenario de *nuevas políticas*, son las del cuadro siguiente.



DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE DETRACCIONES Y CONSUMOS DE AGUA PARA LA ENERGÍA. ESCENARIO DE NUEVAS POLÍTICAS

REGIÓN	DETRACCIONES (km ³)			CONSUMOS (km ³)		
	2010	2020	2035	2010	2020	2035
América Norte y Centro	241	253	249	21	29	38
América Latina	16	31	52	5	11	19
Europa	61	57	49	8	8	6
Europa Este y Eurasia	95	93	95	4	5	6
Asia	157	211	230	21	34	43
Asia Oceanía	5	6	5	1	2	2
Oriente Medio	3	4	5	2	3	4
África	5	7	8	3	4	4
Mundo	583	662	693	65	96	122

En el escenario de *nuevas políticas*, en América Latina las detracciones crecerán un 225% entre 2010 y 2035, mientras que los consumos lo harán en un 280%; las otras regiones con incrementos relevantes en las detracciones de agua asociadas a la producción de energía son Asia (46%), Oriente Medio (67%) y África (60%). Por su parte, en Asia, Asia-Oceanía y Oriente Medio, los consumos aumentarán entre un 100 y 105%.

Energía para el agua

La energía es necesaria en dos tipos de procesos del ciclo del agua: bombeos y tratamientos relacionados con su calidad, bien se refieran a la potabilización o a la depuración. En el primer caso, la energía necesaria depende de la altura a elevar el agua, o la profundidad a la que está el nivel del acuífero, la distancia a trasladar, el diámetro de las tuberías de impulsión y el rozamiento. Por su parte, la energía necesaria para los tratamientos del agua depende de la calidad del agua a tratar, las características de los contaminantes y las tecnologías de tratamiento que se apliquen.

El agua superficial, especialmente cuando la fuente está cerca de los puntos de consumo, es la que menos energía requiere para ser distribuida, pero, puede estar contaminada, por lo que habría que tratarla con la consiguiente demanda de energía adicional. Los recursos subterráneos suelen ser de buena calidad no siendo necesarios tratamientos intensivos, pero hay que bombearlos previamente a su aprovechamiento. Por su parte, el agua de mar puede ser aprovechada siempre que previamente se desalinice, que es un proceso altamente consuntivo en energía. La desalación ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años por el incremento de la demanda urbana y por el descenso del costo de este proceso que está por debajo de 0,50 dólares por metro cúbico; actualmente hay unas 16.000 plantas en el mundo con una capacidad de tratamiento diario de unos 70 hm³ y algunas previsiones de duplicarla en 2020. La desalación representa unos 75,2 TWh al año, que es el 0,4% del consumo total de energía.

La realización de los servicios asociados al ciclo del agua suponen necesidades de energía que son notablemente diferentes, como se indica en el cuadro siguiente en que se representa la cantidad media de energía que permiten suministrar a una persona un metro cúbico de agua potable dependiendo de la fuente de suministro.

ENERGÍA PARA EL CICLO DEL AGUA

FUENTE DE AGUA	ENERGÍA (kWh/m ³)
Superficial	0,37
Subterránea	0,48
Depurada	0,62 a 0,87
Reutilizada	1,00 a 2,50
Desalada	2,58 a 8.50

Hay que tener en cuenta que estos son valores medios y que en cada caso habrá que determinar las necesidades de energía asociadas a cada uno de los servicios del ciclo integral del agua.



2 Agua para la energía: el programa Thirsty Energy

Diego Rodríguez, economista senior del Banco Mundial y director del programa Thirsty Energy

LA INTERDEPENDENCIA ENTRE EL AGUA Y LA ENERGÍA

El agua y la energía están inextricablemente unidas. En casi todos los procesos de generación de energía se necesitan grandes volúmenes de agua, ya sea para la producción de energía hidroeléctrica, para refrigerar y otros fines en centrales térmicas, o para extraer y procesar combustibles (WEC 2010; Stillwell et al 2011). Por otra parte, el sector hídrico necesita energía para extraer, tratar y transportar el agua (Goldstein 2002, ESMAP 2012). Tanto la energía como el agua se utilizan en la producción de cultivos, incluso de aquellos que se emplean para generar energía a través de los biocombustibles (FAO 2008). Esta relación se conoce como el nexo agua-energía. Esta interdependencia complica las posibles soluciones y constituye un argumento contundente para mejorar sin demora la planificación integrada de recursos hídricos y energéticos, con objeto de evitar situaciones no deseadas en el futuro.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE ESTA INTERDEPENDENCIA?

En la actualidad, unos 748 millones de personas aún no tienen acceso a fuentes mejoradas de agua potable (casi la mitad están en África subsahariana) y más de una tercera parte de la población global (unos 2.500 millones de personas) no tienen acceso a saneamiento mejorado (WHO/UNICEF 2014). Además, más de 1.300 millones de personas no tienen acceso a electricidad, estando la mayoría en África subsahariana y en el sur y el este de Asia (IEA, 2012). En las próximas décadas, se prevé que estos datos estadísticos empeoren. En 2025, 1.800 millones de personas vivirán en países o regiones con escasez absoluta de agua, y que dos terceras partes de la población mundial pueden verse afectadas por condiciones de estrés hídrico (WWAP, 2012). El consumo de energía a nivel global aumentará en casi un 35 por ciento en 2035 (IEA, 2012), lo que puede tener también un impacto sobre unos recursos hídricos que ya están bajo presión. El crecimiento demográfico y económico supondrá una presión adicional sobre los recursos alimentarios, energéticos, e hídricos.

LOS PAÍSES EN DESARROLLO SON LOS MÁS VULNERABLES

En el futuro, la gran mayoría del crecimiento demográfico tendrá lugar en países en desarrollo (UN 2010). Esto, junto con el crecimiento económico y la rápida urbanización, supondrá una enorme demanda sobre los recursos tanto energéticos como hídricos. Es más, los países en desarrollo son los más vulnerables a las consecuencias de un aumento en la demanda y del cambio climático, ya que no suelen tener la infraestructura para mitigar el aumento en la variabilidad del suministro de agua (*World Bank* 2012). Los países en desarrollo tampoco suelen tener las instituciones y el marco regulatorio que les permitan gestionar esta complejidad. Aunque el reto sea evidente, en la actualidad los responsables de la planificación energética y los gobiernos pasan por alto estos aspectos problemáticos, y suelen tomar decisiones con respecto a la planificación sin tener en cuenta las limitaciones de los recursos hídricos presentes y futuras. Los responsables de la planificación en ambos sectores suelen estar mal informados sobre los factores que impulsan estos retos, cómo abordarlos, y las ventajas de las diferentes opciones técnicas, políticas, de gestión, y de gobernanza que existen. La ausencia de una planificación integrada entre estos dos sectores es insostenible. La planificación integrada de recursos hídricos y energéticos será esencial para asegurar una estrategia de futuro sostenible en muchos países, especialmente en zonas del mundo en las que el cambio climático va a agravar la escasez de agua.

LA RELACIÓN ENTRE AGUA Y ENERGÍA YA ES CRÍTICA EN MUCHAS REGIONES

En los Estados Unidos, varias centrales energéticas se han visto afectadas por caudales bajos o por las altas temperaturas del agua (US DOE 2010; US DOE 2013). Recientemente en India una central térmica ha tenido que cerrar como consecuencia de la grave escasez de agua (Times of India 2014). Francia se ha visto obligada a reducir o frenar la producción de energía en centrales nucleares debido a que durante las olas de calor las altas temperaturas del agua ponían en riesgo los procesos de refrigeración (*World Economic Forum* 2011). Proyectos de centrales térmicas e instalaciones de extracción de combustible están siendo examinados de nuevo debido a su impacto sobre los recursos hídricos regionales y su vulnerabilidad a los impactos del clima (UNEP 2010; UNEP 2012). Las empresas reconocen la magnitud de los retos relacionados con el agua y la energía. En el año 2012, el informe *Perspectivas de la energía en el mundo (World Energy Outlook)*, de la Agencia Internacional de la Energía, incluía una sección especial sobre las necesidades y las posibles limitaciones hídricas para el sector energético en el futuro (IEA 2012). El Informe global del agua (*Global Water Report*) de 2013 del *Carbon Disclosure Project* (CDP) señalaba que el 82% de las empresas energéticas y el 73% de las empresas de suministro eléctrico indican que los recursos hídricos suponen un riesgo considerable para su actividad empresarial; y que el 59% de las empresas energéticas y el 67% de las empresas de suministro eléctrico han experimentado impactos relacionados con los recursos hídricos en los últimos 5 años (CDP, 2013). Aun así, el informe del CDP encontró que la mayoría de las empresas no tienen una estrategia en relación con los recursos hídricos, y en su lugar optan por continuar con su actividad de forma habitual.

RIESGOS RELACIONADOS CON LOS RECURSOS HÍDRICOS PARA EL SECTOR ENERGÉTICO

Existen muchos riesgos en relación con los recursos hídricos y el clima que pueden afectar al sector energético y frenar o entorpecer el progreso realizado en pos de objetivos energéticos. El aumento de las temperaturas del agua puede impedir que las centrales térmicas se refrigeren de manera adecuada, ocasionando su cierre o que disminuyan su producción, acarreamo pérdidas financieras y económicas (van Vliet 2013). La escasez de agua, su variabilidad y calidad pueden limitar o aumentar los costes operativos de la generación eléctrica (lo que afectaría a centrales térmicas e hidroeléctricas), y los procesos de extracción de combustible, debido a sus grandes necesidades de recursos hídricos. La incertidumbre normativa también supone un riesgo para el sector energético (CDP 2013), incluyendo restricciones en las autorizaciones de uso de recursos hídricos en su actividad, aumento de los costes de cumplir con la normativa de vertidos y limitaciones en cuanto a la captación de agua. Además, el aumento del nivel del mar puede tener un impacto negativo sobre la infraestructura energética costera y el funcionamiento de las centrales eléctricas, y el cambio climático puede afectar también al sector energético al variar la demanda de energía, en especial para la climatización de viviendas, oficinas y fábricas al aumentar la temperatura.

CAMBIO CLIMÁTICO: UN RETO ADICIONAL

El cambio climático está agravando la inseguridad en relación con los recursos energéticos e hídricos, debido a condiciones meteorológicas extremas, como periodos prolongados de sequía y grandes inundaciones, que ponen en peligro a la población, a su medio de sustento, y a sus bienes (World Bank 2012). El número de personas que se han visto afectadas por desastres relacionados con el clima se ha duplicado cada década en los últimos 40 años. Los efectos y la intensidad del cambio climático varían según la región; la población padece cambios en la precipitación media, la escorrentía superficial, y caudales fluviales, desviaciones de los valores medios de precipitación, y un aumento de la probabilidad de fenómenos extremos, como fuertes tormentas, inundaciones y sequías. Se prevé que las alteraciones en los patrones de precipitación y evapotranspiración reduzcan la escorrentía en el sur de África, la cuenca del Mediterráneo, América Central, el suroeste de Estados Unidos y Australia, entre otros lugares (FAO, 2008). Esto probablemente conlleve mayor competición

por los recursos hídricos en sectores como la agricultura, la energía, el suministro de agua y el medio ambiente.

TRADE OFFS: UN ELEMENTO CRÍTICO

Para abordar mejor este nexo, es imprescindible cuantificar las relaciones entre ambos recursos y abordar medidas de mitigación apropiadas de forma proactiva. Existen varias alternativas con una relación inversa entre ellas; algunas de las más destacadas se presentan a continuación.

- *Gases de efecto invernadero y recursos hídricos.* En las centrales eléctricas, los sistemas de refrigeración en seco no precisan agua para su funcionamiento, pero tienen un coste mayor que los sistemas de refrigeración convencionales y disminuyen el rendimiento de la central, aumentando por lo tanto las emisiones de gases de efecto invernadero por kWh. Las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono pueden reducir las emisiones de CO₂ en el sector eléctrico; sin embargo, ya que también reducen el rendimiento de las centrales eléctricas, se necesita más agua para lograr la misma producción de energía. El uso de biocombustibles puede ser una forma eficaz de reducir los gases de efecto invernadero en el sector del transporte; sin embargo, si se precisa riego para la producción de los biocombustibles, pueden acrecentar la escasez de agua y los conflictos en relación con la demanda de agua, al competir por agua y tierras con la producción de alimentos.
- *Agua derivada y agua consumida.* Los sistemas tradicionales de refrigeración con circuito abierto por el que pasa el agua una vez extraen un gran volumen de agua (y con ello tienen un efecto perjudicial en los ecosistemas acuáticos), pero devuelven la mayor parte del recurso al cauce de origen, quedando disponible para otros usos aguas abajo. Las torres de refrigeración extraen mucha menos agua, pero que se consume casi en su totalidad, reduciendo la disponibilidad del recurso aguas abajo. El cambio de sistemas abiertos por los que pasa el agua una vez a torres de refrigeración reduciría el volumen de agua derivada por unidad de energía producida, pero aumentaría el consumo de agua.
- *Perspectivas nacionales y regionales.* Un indicador del porcentaje total de agua utilizada en la industria del petróleo y el gas natural a nivel nacional puede revelar que se trata de un porcentaje muy pequeño, mientras que a nivel regional ese porcentaje tiene gran importancia y puede tener impactos negativos sobre la viabilidad a largo plazo de las operaciones energéticas y el medio ambiente si no se gestiona y regula.

NUESTRO RETO: CÓMO PLANIFICAR Y DISEÑAR NUESTRAS INVERSIONES DE MANERA SOSTENIBLE

A pesar de su interdependencia y del papel crucial que tienen en nuestras vidas y en el desarrollo sostenible, los países y los gobiernos de todo el mundo siguen teniendo dificultades para integrar los recursos energéticos e hídricos en la planificación y las decisiones de inversión. Los retos a nivel político impiden una planificación eficaz. El problema es que cada uno de los dos sectores tiene su propia normativa y en la actualidad la planificación energética se realiza sin tener en cuenta los cambios en la disponibilidad y la calidad del agua, otros usos que compiten por el recurso o los impactos del cambio climático. No obstante, los retos para asegurar la disponibilidad de agua suficiente para los usos energéticos y de energía suficiente para su uso en el sector hídrico aumentarán con el crecimiento demográfico y económico y con el cambio climático. Será necesaria una planificación integrada más sólida para evaluar las alternativas e interrelaciones, hallar sinergias, y asegurar un desarrollo sostenible.





LAS SOLUCIONES ESTÁN AQUÍ PERO...

Los responsables del funcionamiento de las centrales eléctricas pueden emplear varias medidas técnicas para reducir el uso de agua en las centrales y explotar las ventajas de posibles sinergias entre agua y energía, como sistemas de refrigeración que precisen un volumen de agua limitado (por ejemplo refrigeración seca); disminuyendo el calor que se pierde en la central, y por lo tanto la necesidad de enfriamiento; o utilizando para la refrigeración, en lugar de agua dulce, recursos tales como aguas marinas o aguas residuales; y finalmente reciclando y reutilizando el agua en las instalaciones de extracción de energía. Asimismo, en zonas con estrés hídrico puede considerarse el desarrollo de energías renovables que precisen pequeños volúmenes de agua y de presas sostenibles para fines múltiples. Por ejemplo, un aumento importante de la energía eólica y solar fotovoltaica puede reducir el volumen de agua utilizado por el sector energético. Aumentar la eficiencia energética también contribuye a mejorar la eficiencia de uso de los recursos hídricos. Una forma de mejorar la eficiencia de suministro es el cambio de centrales eléctricas antiguas y poco eficientes a centrales eléctricas nuevas y más eficientes, que ahorren energía y agua, y disminuyan las emisiones de gases de efecto invernadero.

Muchas de estas soluciones se han probado e implementado en algunos países del mundo. Pero su aplicación a mayor escala, como soluciones nacionales y globales, es un gran reto, y hay varias alternativas con una relación inversa entre ellas, como se ha explicado anteriormente, así como otras consideraciones a tener en cuenta, como el coste económico, la capacidad institucional, los marcos regulatorios, etc.

THIRSTY ENERGY, UNA INICIATIVA GLOBAL DEL BANCO MUNDIAL

Las empresas energéticas reconocen el alcance de los retos hídricos y energéticos a los que se enfrentan, y las dificultades de encontrar un equilibrio entre las posibles alternativas. En el año 2013, un estudio global realizado para el Informe global del agua del *Carbon Disclosure Project* encontró que el 82% de las empresas energéticas y el 73% de las empresas de suministro eléctrico que contestaron, veían los recursos hídricos como un riesgo considerable para su actividad empresarial. Además, el 59% de las empresas energéticas y el 67% de las empresas de suministro eléctrico indicaron que habían experimentado impactos relacionados con los recursos hídricos en los cinco años anteriores. Estos resultados señalan la importancia de combinar los procesos de planificación y producción de energía y agua. Los responsables de la planificación energética en países en desarrollo han de tener en cuenta las limitaciones de los recursos hídricos y los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos, mientras que los responsables de la planificación de recursos hídricos han de tener en cuenta la demanda de energía y las necesidades hídricas de las centrales de generación de energía.

El Grupo del Banco Mundial está trabajando con los países en desarrollo para integrar las limitaciones hídricas en el sector energético. Para abordar los retos entre energía y agua de forma sistemática, el Grupo del Banco Mundial ha puesto en marcha la iniciativa *Thirsty Energy*, encaminada a preparar a los países para un futuro incierto por medio de:

- Identificación de sinergias y cuantificación de alternativas entre planes de desarrollo energético y el uso de recursos hídricos
- Planificación intersectorial para asegurar la sostenibilidad de las inversiones energéticas e hídricas
- Diseño de herramientas de evaluación y marcos de gestión para ayudar a los gobiernos a coordinar la toma de decisiones.



El trabajo inicial sobre estas cuestiones en el sector energético ha comenzado en Sudáfrica. Se ha iniciado el diálogo en China y en Marruecos, donde la demanda de enfoques integrados para solucionar estos retos va en aumento al crecer los impactos del cambio climático. La iniciativa ha establecido asimismo un Grupo de Referencia del Sector Privado para compartir experiencias, proporcionar asesoramiento técnico y normativo, e intensificar los esfuerzos de difusión. Abengoa, Alstom, Veolia y EDF ya se han sumado al grupo de referencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carbon Disclosure Project (CDP) 2013. Informe global del agua del CDP 2013. A need for a step change in water risk management (Se necesita un cambio en la gestión de riesgos relacionados con los recursos hídricos). Disponible en línea: <https://www.cdp.net/CDPResults/CDP-Global-Water-Report-2013.pdf>.

Di Pietro, P., Gerdes, K., and Nichols, C. 2009. "Water Requirements for Existing and Emerging Thermolectric Plant Technologies," (Necesidades de agua de las tecnologías de centrales termoeléctricas existentes y emergentes) Informe Técnico N°. DOE/NETL-402/080108. Laboratorio Nacional de Tecnología Energética del Departamento de Energía de EE. UU., Pittsburgh, PA.

EPRI. 2010. Cooling Requirements and Water Use Impacts of Advanced Coal-fired Power Plants with CO₂ Capture and Storage (Requisitos de enfriamiento e impactos sobre el uso de agua de centrales térmicas avanzadas de combustión de carbón con captura y almacenamiento de CO₂). Resultados provisionales.

ESMAP 2012. A Primer on Energy Efficiency for Municipal Water and Wastewater Utilities (Manual de eficiencia energética para empresas municipales de suministro de aguas y gestión de aguas residuales). Informe Técnico. Programa de Asistencia a la Gestión del Sector Energético. Banco Mundial.

Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2008. Climate Change, Water and Food Security (Cambio climático, agua y seguridad alimentaria). Documento de antecedentes técnicos de la consulta con expertos. 26-28 de febrero, 2008. FAO: Roma, Italia.

Goldstein, R., Smith, W.: Water & Sustainability (Agua y sostenibilidad); Volumen 4: U.S. Electricity Consumption for Water Supply & Treatment - The Next Half Century (Consumo de electricidad para el abastecimiento y depuración de aguas en EE. UU: el próximo medio siglo). Informe técnico, volumen 4. Instituto de Investigación sobre Energía Eléctrica, Palo Alto, CA, EE. UU. (2002).

IEA (Agencia Internacional de la Energía). 2012b. World Energy Outlook (Perspectivas de la energía en el mundo) 2012. Agencia Internacional de la Energía, París.

Macknick, J., Newmark, R., Heath, G. y Hallet, KC. 2011. "A Review of Operational Water Consumption and Withdrawal Factors for Electricity Generating Technologies," (Revisión de factores operativos de consumo y captación de agua para tecnologías de generación eléctrica). Informe Técnico N° NREL/TP-6A20-50900. Laboratorio Nacional de Energías Renovables del Departamento de Energía de EE. UU., Boulder, CO.

Newmark et.al. 2010. Water Challenges for Geologic Carbon Capture and Sequestration (Retos relacionados con los recursos hídricos para la captura y secuestro de carbono geológico). Newmark, R. L.; Friedmann, S. J.; Carroll, S. A. Environ. Manage. 2010, 45 (4), 651–661.

Rodriguez, Diego J.; Delgado, Anna; DeLaquil, Pat; Sohns, Antonia. 2013. Thirsty energy. Informes sobre el agua. Washington DC; Banco Mundial. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/01/17932041/thirsty-energy>.

Rubbelke y Vogele 2011. Impacts of climate change on European critical infrastructures: The case of the power sector (Impactos del cambio climático sobre las infraestructuras cruciales en Europa: el caso del sector eléctrico). Environ. Sci. Policy 14, 53–63 (2011).

Stillwell, A.S., King, C.W., Webber, M.E., Duncan, I.J., Hardberger, A.: The Energy-Water Nexus in Texas (El nexo energía-agua en Texas). Ecology and Society 16(1), 2 (2011).

Times of India 2014. "Parli thermal power station shuts down" (La central térmica de Parli cierra). Agosto de 2014. Disponible en línea en <http://timesofindia.indiatimes.com/city/aurangabad/Parli-thermal-power-station-shuts-down/articleshow/39456130.cms>.

UN (Naciones Unidas) 2010. Datos sobre población. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. División de Población. Agosto de 2010. Disponible en línea: http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/popfacts/popfacts_2010-5.pdf.

UNEP (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA) 2010. Water-related materiality briefings for financial institutions (Información sobre materialidad en relación con los recursos hídricos para instituciones financieras). Número 2. Sector eléctrico. Iniciativa de Financiación del PNUMA, Ginebra, Suiza.

UNEP (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA) 2012. Water-related materiality briefings for financial institutions (Información sobre materialidad en relación con los recursos hídricos para instituciones financieras). Número 3. Sector extractivo. Iniciativa de Financiación del PNUMA, Ginebra, Suiza.

US DOE (Departamento de Energía de EE. UU.) 2009. Use of Non-Traditional Water for Power Plant Applications: An Overview of DOE/NETL R&D Efforts (Uso de aguas no tradicionales para aplicaciones en centrales eléctricas: perspectiva de los esfuerzos del DOE/NETL R&D). DOE/NETL-311/040609. 2009.

US DOE (Departamento de Energía de EE. UU.) 2010. Water Vulnerabilities for Existing Coal-fired Power Plants (Vulnerabilidades en relación con los recursos hídricos de las centrales eléctricas de combustión de carbón existentes). Agosto de 2010 DOE/NETL-2010/1429.

US DOE (Departamento de Energía de EE. UU.) 2013. U.S. Energy Sector vulnerabilities to climate change and extreme weather (Vulnerabilidades del sector energético de EE. UU. al cambio climático y fenómenos meteorológicos extremos). Julio de 2013.

van Vliet et al, 2013. Water constraints on European power supply under climate change: impacts on electricity prices. Environ. Res. Lett. 8 035010

WHO/UNICEF, 2014. Progress on Drinking Water and Sanitation – 2014 update. (Progreso en relación con agua potable y saneamiento - actualización de 2014). Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza.

World Bank. 2012. Turn down the heat : why a 4°C warmer world must be avoided (Bajando la temperatura: por qué ha de evitarse un mundo 4°C más cálido). Washington DC: Banco Mundial. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/11/17097815/turn-down-heat-4%C2%B0c-warmer-world-must-avoided>

WEC (Consejo Mundial de la Energía). 2010. Water for Energy (Agua para la energía). Londres, Reino Unido: Consejo Mundial de la Energía.

WWAP, United Nations World Water Assessment Programme (Programa Mundial de Evaluación de los recursos hídricos de Naciones Unidas). 2012. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo nº 4: Managing Water under Uncertainty and Risk (Gestionar el agua en un contexto de incertidumbre y riesgo). Paris, UNESCO.

WWAP, United Nations World Water Assessment Programme (Programa Mundial de Evaluación de los recursos hídricos de Naciones Unidas). 2014. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, 2014: Water and Energy (Agua y Energía). Paris, UNESCO.



3

Agua y energía en España

Adriano García-Loygorri, Asesor Técnico de la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

¿EL NEXO AGUA Y ENERGÍA ES ALGO NUEVO?

Del 13 al 16 de enero de 2013 se celebró, en la sede de la Confederación Hidrográfica del Ebro en Zaragoza, la Conferencia Anual de ONU Agua: "Preparando el Día Mundial del Agua 2014: Alianzas para mejorar el acceso, la eficiencia y la sostenibilidad del agua y la energía".

Se trató de un acto en el que participaron 9 agencias y programas de Naciones Unidas y más de 120 expertos de empresas internacionales del agua y la energía y de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, con el objetivo de abordar los retos, las interrelaciones y las soluciones conjuntas que se plantean para asegurar el acceso, la eficiencia y la sostenibilidad en la provisión de servicios de agua y energía.

Hubo, entre todos los participantes, coincidencia en la necesidad de tratar de manera conjunta y coordinada ambos sectores, así como en constatar que históricamente esto no había sido así.

Sin embargo, ninguno de los ponentes se percató de un detalle. En la mesa tras la que participaban, y que presidía la sala, estaba grabado el escudo de la Confederación Hidrográfica del Ebro en el que aparecen representados un canal, que simboliza el transporte de agua, un ancla, que simboliza la navegación, una hoz, que simboliza la agricultura, y un rayo, que simboliza la energía. Es decir, que ya en 1926, cuando se fundó la Confederación Hidrográfica, hubo un grupo de personas que sí que vio los nexos que existen entre agua-energía-alimentación.

Sirva este texto para rendir homenaje a las Confederaciones Hidrográficas, instituciones pioneras en el mundo, que desde un principio, y con el enfoque de cuenca, contaron con plantillas multidisciplinares para la gestión integral de los recursos hídricos y el desarrollo. Unos Organismos que fueron pioneros en la defensa de unos sistemas de gestión donde la participación de los usuarios era clave, en los que se promovieron proyectos de abastecimiento y saneamiento, de regadíos, hidroeléctricos y forestales. Unas instituciones que hoy continúan con tanta o más vigencia que en su fundación, y que continúan dando un insustituible servicio a los ciudadanos.

ESPAÑA Y EL AGUA

España es una singularidad dentro de la Unión Europea. Contamos con zonas con precipitaciones medias anuales del orden de 200 mm, más parecidas a las que se dan en el Norte de África que en Europa. Y, sin embargo, al contrario de lo que ocurre en numerosos países africanos, somos capaces de garantizar el abastecimiento no sólo al 100 % de la población -45 millones de personas cuentan con agua potable-, sino también a los 60 millones de turistas que acuden generalmente a la parte más seca de España -el Mediterráneo-, en los meses más secos -en verano- .

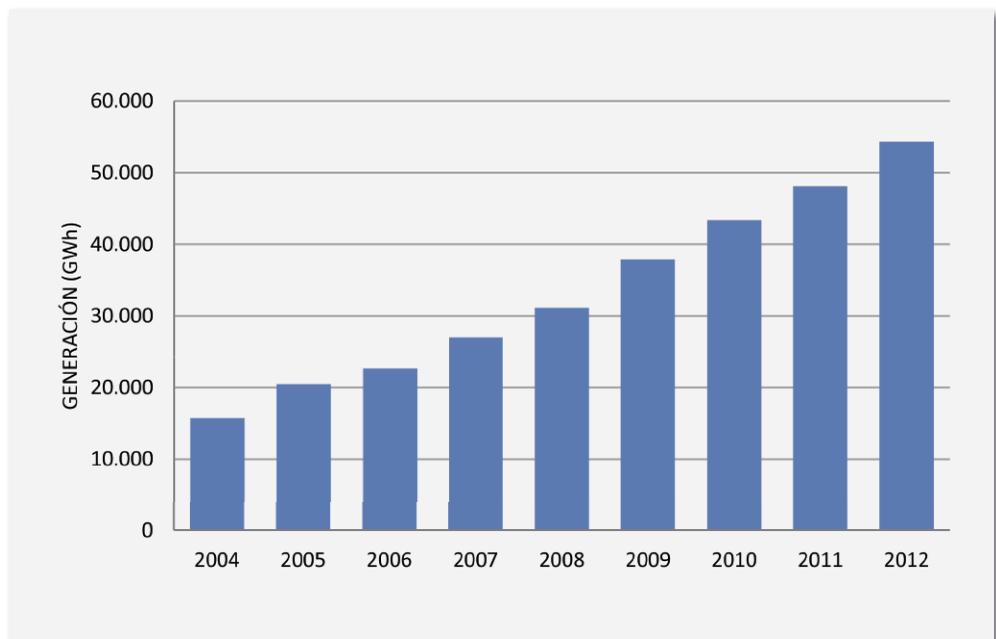
Pero esto no es todo, también somos capaces de atender las necesidades de 3,5 millones de hectáreas de regadío, entre las que se encuentran las más competitivas de Europa, y de utilizar el agua para producir energía y para refrigerar las centrales térmicas.

Según datos del Banco Mundial se verifica que países de todos los continentes han tenido problemas por falta de agua para refrigeración, entre ellos India, Francia o Estados Unidos. Sin embargo, y a pesar de la singularidad a la que antes se hacía referencia, en España, con un clima más seco, y a fecha de hoy, no ha habido problemas de este tipo.

AGUA PARA LA ENERGÍA

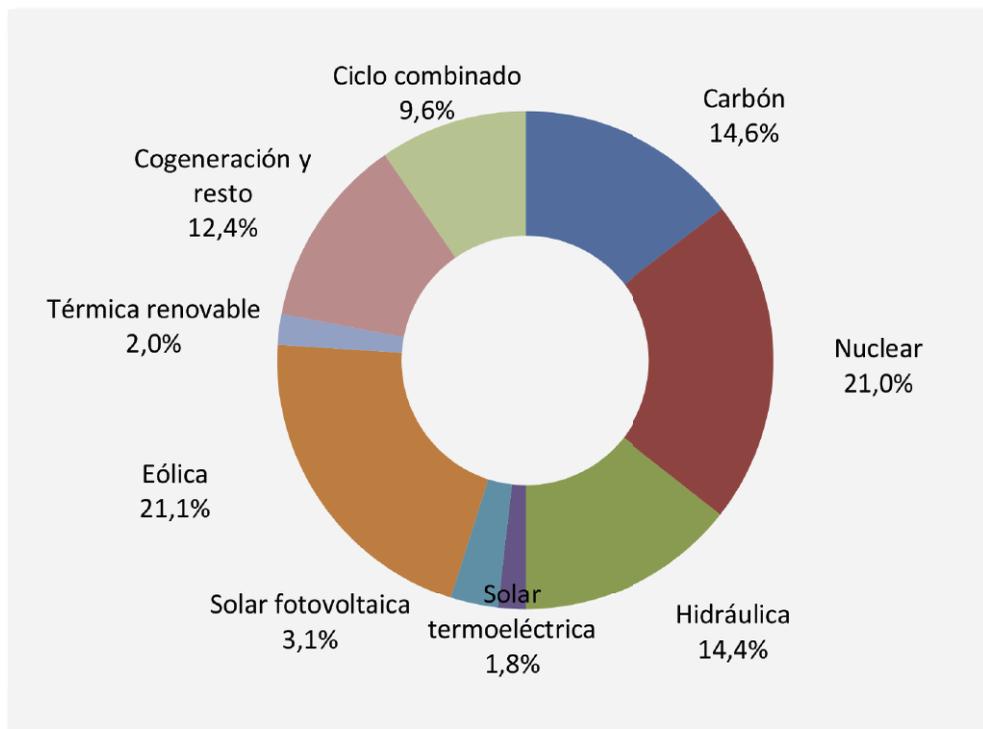
El porcentaje de la energía hidroeléctrica producida en España, respecto de la total consumida ha experimentado un descenso relevante en las últimas décadas, pasando de ser prácticamente la única fuente de energía eléctrica utilizada en nuestro país a tener un papel cuantitativamente menos importante. En concreto, podemos afirmar que fue la principal fuente de generación hasta los años 70 del siglo pasado, y que, desde entonces, se ha estabilizado, situándose la producción media en torno a 32.000 GWh. En los últimos 15 años, además, hemos asistido a un espectacular crecimiento de las energías renovables, especialmente la eólica.

GENERACIÓN EÓLICA ANUAL (GWh)



Fuente: Asociación Empresarial Eólica

De hecho, en 2013 la hidroelectricidad supuso el 14,4 % de la producción de energía eléctrica en la España peninsular, mientras que la energía eólica fue la primera fuente, con un 21,1 %, tal como se refleja la figura siguiente en la que está representada la cobertura de la demanda en 2013.

COBERTURA DE LA DEMANDA POR TECNOLOGÍAS EN 2013 (%)

Fuente: UNESA

Los datos anteriores relativos a las coberturas proporcionadas por distintas tecnologías de generación en España puede llevarnos a la conclusión aparente de que la energía hidroeléctrica es un recurso poco relevante para el sistema eléctrico, pero no es así en absoluto, sino que tiene un papel insustituible, hoy por hoy, en el sistema eléctrico, porque, en primer lugar, es la energía más flexible frente a variaciones de la demanda de puntas y además permite al sistema atender de manera rápida y eficaz en estas situaciones, como se puede comprobar en la tabla siguiente.

	NUCLEAR	CARBÓN	LIGNITO	CICLO COMBINADO	ALMACENAMIENTO POR BOMBEO
Tiempo de arranque frío	~ 40 horas	~ 6 horas	~ 10 horas	<2 horas	~ 0,1 horas
Tiempo de arranque caliente	~ 40 horas	~ 40 horas	~ 6 horas	<1,5 horas	~ 0,1 horas
Gradiente de carga incrementa al valor nominal de salida	~ 5% por minuto	~ 2% por minuto	~ 2% por minuto	~ 4% por minuto	>40% por minuto
Gradiente de carga disminuye al valor nominal de salida	~ 5% por minuto	~ 2% por minuto	~ 2% por minuto	~ 4% por minuto	>40% por minuto

Fuente: UNESA



Pero también la hidroelectricidad es la única tecnología que permite almacenar energía a gran escala. Esta circunstancia es especialmente relevante porque la producción de energía eólica es intermitente y su producción no solo no coincide con la demanda, sino que es difícil de predecir. Por ello cobran más importancia las centrales de bombeo, que son capaces de almacenar la energía eólica y devolverla al sistema en las puntas de consumo, cuando la energía es más valiosa. En este sentido, se llama la atención de que España es el cuarto país de Europa con más potencia instalada y que, dependiendo del régimen hidrológico del año, puede estar entre el séptimo y octavo país con mayor producción. Por lo que se refiere a la energía almacenable, España es el primer país con mayor capacidad de bombeo, tanto en energía almacenable con 1.530 GWh, como en potencia instalada; de hecho se cuenta con la mayor central de bombeo de Europa, Cortes-La Muela, con una potencia instalada en las bombas de 1.289 MW, y de las turbinas de 1.478 MW.

Otro aspecto a resaltar de la energía hidroeléctrica es que se trata de una energía limpia y renovable y que no emite gases de efecto invernadero; además, también tiene un papel relevante para el control de frecuencia del sistema.

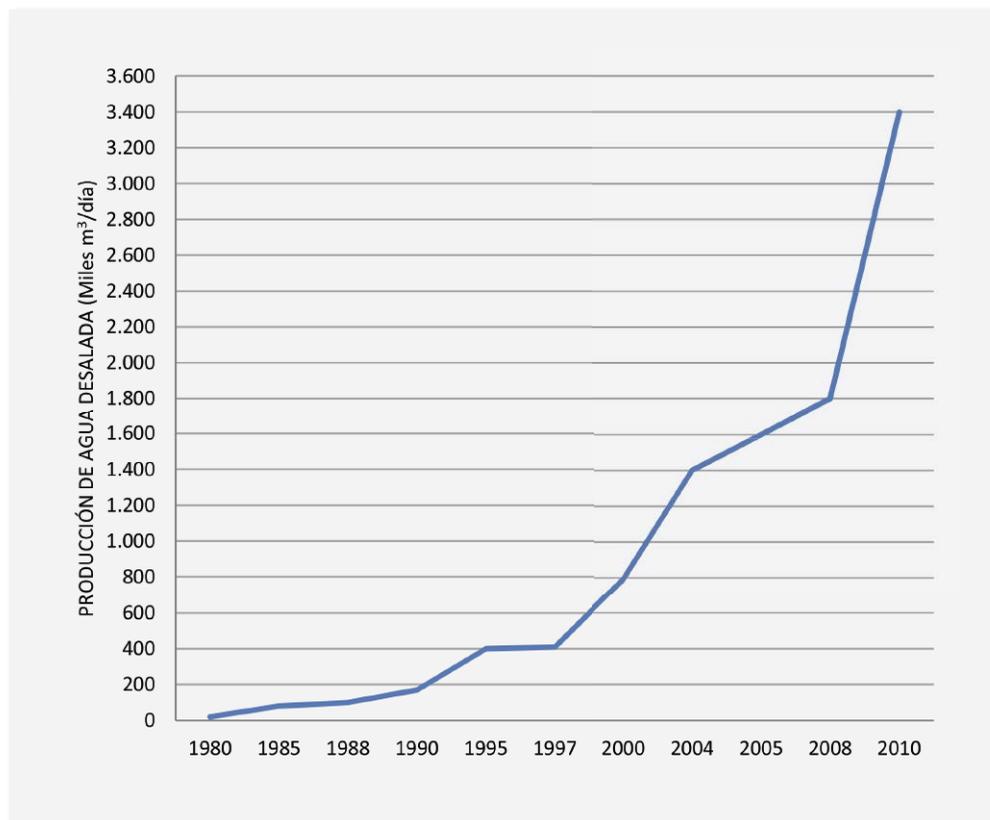
Se puede afirmar, por tanto, que la energía hidroeléctrica es fundamental para el sistema eléctrico español, tanto porque proporciona flexibilidad para atender las puntas de demanda, como porque permite almacenar energía sobrante procedente fundamentalmente de energías renovables.

ENERGÍA PARA EL AGUA

En España el ciclo del agua consume alrededor del 7 % del total de la energía eléctrica⁶, lo que supone más de 23.000 GW/hora al año. Además, la tendencia es creciente, debido al incremento de recursos no convencionales (desalación o regeneración para utilización), a la modernización de regadíos que se ha emprendido durante los últimos años y que ha supuesto la transformación de riego por gravedad a riego por aspersión o goteo, con la consiguiente necesidad de introducir presión en la red y, por tanto, consumir más energía. Por último, la mejora de calidad del agua (depuración) también ha contribuido significativamente a aumentar el consumo de la energía, motivado por los requerimientos establecidos, especialmente de la Unión Europea, cada vez más exigentes en materia de depuración, que requieren de procesos adicionales que son altamente consuntivos en energía.

La desalación y la reutilización del agua hoy en día resultan imprescindibles en algunas zonas de España no solo porque permiten mejorar las garantías de abastecimiento y riego, sino porque juegan un papel fundamental para aliviar la presión sobre pozos y ríos. En la figura siguiente se refleja la evolución de la producción de agua desalada, cuyo incremento ha sido espectacular desde finales del siglo pasado multiplicándose por más de ocho el volumen anual de agua desalada.

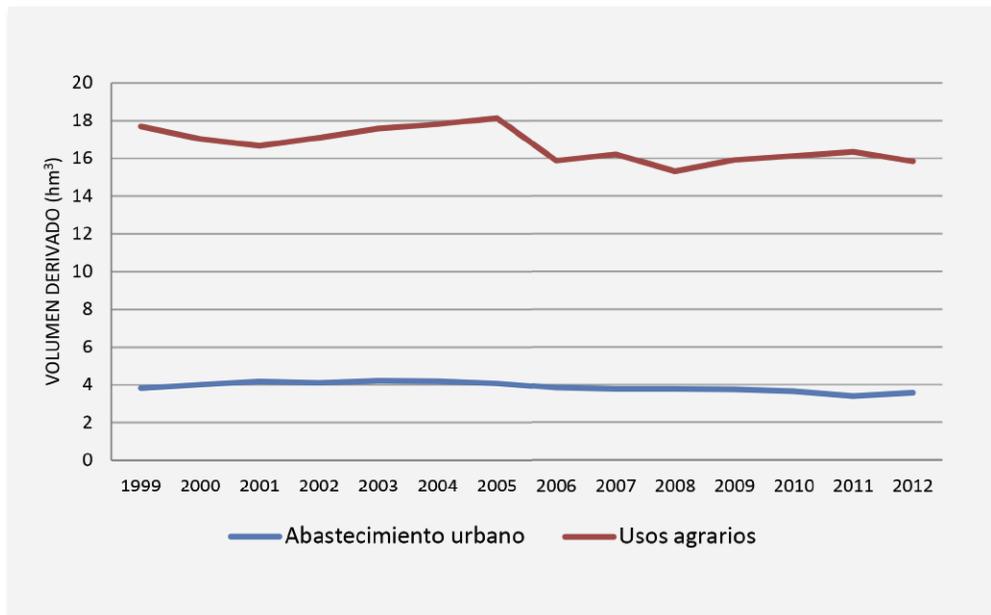
EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL AGUA DESALADA EN ESPAÑA (MILES M³ AL DÍA)



⁶ Análisis y evaluación de las relaciones entre el agua y la energía en España (Hardy y Garrido, 2010)

En relación con la agricultura, no hay duda de que el uso fundamental en cuanto al consumo de agua es el del regadío; de ahí la importancia de optimizar la energía aplicada en la agricultura. En la figura siguiente se refleja la evolución del agua asociada a la agricultura y al ciclo urbano, notándose la gran diferencia que existe entre ambos usos, a la vez que la tendencia decreciente de la relacionada con la agricultura.

EVOLUCIÓN DE LAS DEMANDAS DE AGUA EN EL SECTOR URBANO Y LA AGRICULTURA EN ESPAÑA

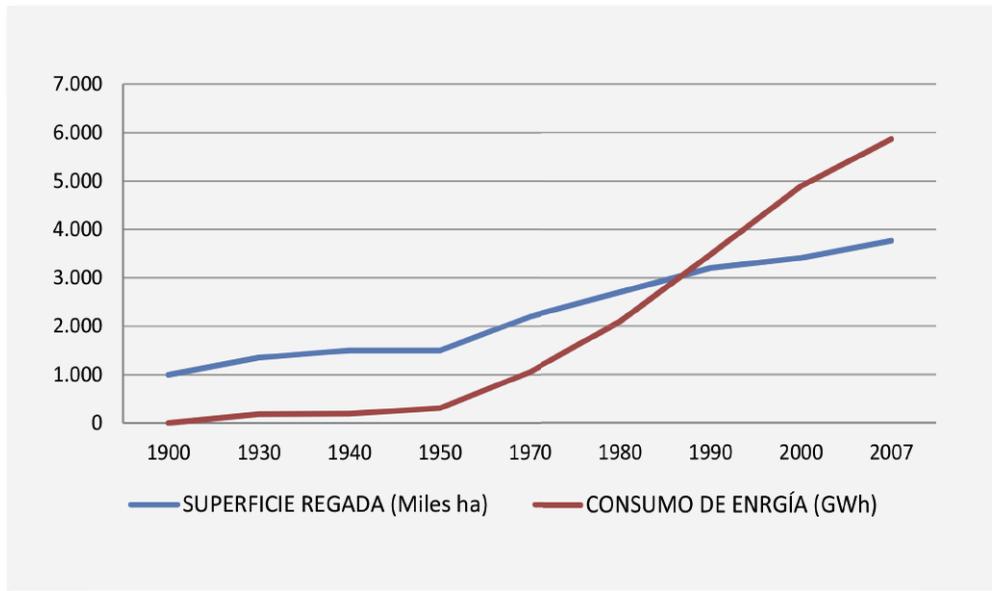


Fuente: INE



La modernización de regadíos fomentada en la última década ha consistido fundamentalmente en cambiar procedimientos de riego tradicionales por gravedad, por sistemas de aspersión o goteo. Tanto es así, que la mitad de superficie regable -que coincide generalmente con la más productiva, y que se sitúa en zonas con escasez- cuenta hoy en día con instalaciones de riego por goteo. Esta medida, que si bien está dando sus frutos respecto al ahorro de agua, ha llevado implícito un aumento notable del consumo de energía; como se puede comprobar en la figura siguiente.

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA PARA RIEGO EN ESPAÑA



Fuente: Enrique Cabrera

Se pone de manifiesto, por tanto, que el ahorro de agua en la agricultura ha ido aparejado con un mayor consumo de energía.

En cuanto a la energía necesaria para depurar llamar la atención del esfuerzo que se está haciendo para cumplir lo objetivos que nos marca Europa en materia de depuración, que ha pasado de un grado de cumplimiento del 40 % en 1995 a un 80 % en 2008, y que ha ido acompañado de necesidades energéticas adicionales.

CONCLUSIONES: UNA VISIÓN ESPAÑOLA DEL NEXO AGUA-ENERGÍA

Este año 2014, año del nexo agua-energía, se han presentado muneroso estudios al respecto, entre los que destaca el *Thirsty Energy* del Banco Mundial. Sin embargo, estos estudios no reflejan adecuadamente dos particularidades que afectan a España.

La primera, que, como hemos visto, reside en que no siempre ahorrar agua implica ahorrar energía. El esfuerzo de modernización de regadíos, necesario para el ahorro de agua, ha ido

acompañado del gasto de energía necesario para presurizar las redes. Las desaladoras y la reutilización, si bien consiguen aliviar la presión de los acuíferos, también suponen consumos importantes de energía, al igual que los sistemas de depuración.

La segunda, el importante papel de las centrales de bombeo para almacenar energías renovables, especialmente la eólica. El espectacular incremento de la energía eólica, cuya producción es poco predecible, precisa de ser complementado con el único procedimiento viable a gran escala para el almacenamiento de energía: las centrales hidráulicas de bombeo.

Pero, sin duda, la reflexión más relevante que se puede extraer de los datos expuestos es que a pesar de las irregularidades hídricas no han habido problemas en España en la refrigeración de centrales que sí han tenido lugar en otros países con menos problemas de escasez de precipitaciones, como Francia. Cabe plantearse las razones de esta circunstancia. En mi opinión, esto se debe a que en España se cuenta con una planificación participativa por cuencas, una gestión igualmente participativa y un importante patrimonio de infraestructuras.

La planificación y gestión participativa de los usuarios en las Confederaciones Hidrográficas, que se implantó hace casi un siglo, se ha mostrado eficaz y es la clave para la toma de decisiones en materia de agua.

Y no debemos olvidarnos tampoco del importante patrimonio de infraestructuras. España cuenta con más de 1.200 grandes presas que son vitales para la gestión de la escasez, y que permiten el desarrollo del turismo, la agricultura, y la energía, infraestructuras que permiten la gestión de las grandes avenidas y que minimizan de manera determinante los daños causados por las crecidas de los ríos e infraestructuras capaces de generar buena parte de la energía que consumimos.

Todo ello, merced a unas instituciones, que, desde 1926, han servido para planificar, desarrollar y gestionar, y que son, hoy en día, insustituibles: las Confederaciones Hidrográficas.



4

Las relaciones entre agua y energía: el caso de Canal Isabel II Gestión

Fernando Arlandis. Subdirector de Estudios y Programas de Canal de Isabel II Gestión

EL CANAL COMO CONSUMIDOR DE ENERGÍA

Las empresas del ciclo integral del agua somos grandes consumidores de electricidad y en el caso de Canal Gestión, también generadores de energía eléctrica.

Los años húmedos tenemos menos necesidades de suministro energético, ya que es la gravedad quien facilita en mayor medida las necesidades energéticas. Además en estos años producimos más energía hidroeléctrica.

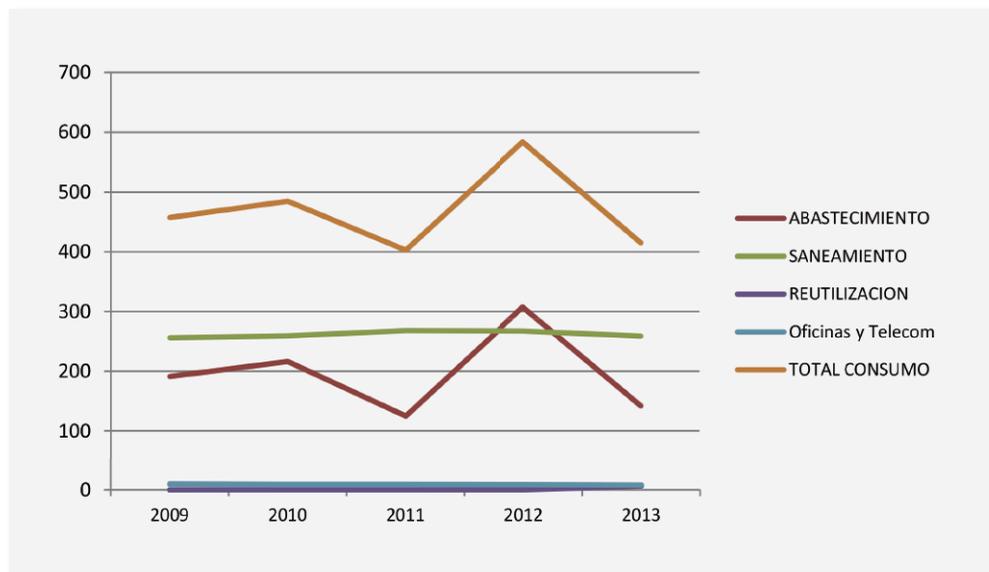
Por el contrario, los años secos se turbinan menos agua y debemos realizar una gestión adicional para obtener el recurso distinta a la que proporcionan nuestros embalses de “manera natural”. En estos años secos el consumo eléctrico se ve incrementado por la necesidad de obtener agua de otras fuentes que son más intensivas en consumo energético, como son trasvases y aguas subterráneas.

Por tanto, tenemos un consumo de electricidad que fluctúa en función de las aportaciones de agua.

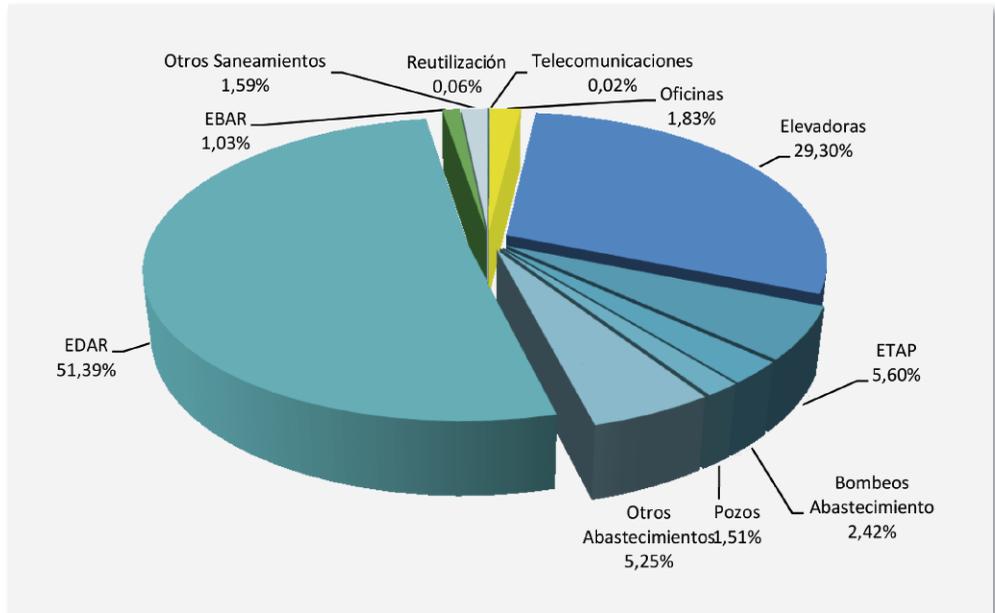
A continuación se muestra la evolución del consumo eléctrico y cómo se reparte el consumo de electricidad en un año medio entre las distintas actividades que realizamos.

Como se puede observar dedicamos en torno a la mitad de la energía eléctrica que consumimos en los procesos de depuración de las aguas residuales con objeto de su retorno al medio natural en las mejores condiciones de calidad. La otra gran partida energética es la captación y tratamiento del agua para el consumo de los madrileños, lo cual supone en torno a un 45% del consumo total.

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO (GWH) CANAL ISABEL II GESTIÓN



DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN UN AÑO MEDIO



Conscientes de la importancia que el consumo eléctrico tiene en nuestra organización hemos desarrollado unas líneas de actuación que buscan reducir el impacto de los costes energéticos en la gestión integral del agua.

PLAN DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Uno de los objetivos fijados por Canal Gestión es la Mejora de la Eficiencia Energética, habiéndose estructurado las actuaciones en tres planes:

- Plan Invierte: aumento de la capacidad de generación de energía eléctrica de carácter renovable.
- Plan Renove: reposición o actualización de los equipos ya instalados en los sistemas del Canal Gestión y que presentan un peor rendimiento energético en términos de consumo.
- Plan Revisa: mejora de los procedimientos de operación, gestión y adquisición de energía para reducir el gasto en el consumo de energía eléctrica.

EL CANAL COMO GENERADOR DE ENERGÍA

La preocupación de Canal de Isabel II Gestión por la producción de energía eléctrica para minorar los costes energéticos ha existido casi desde sus inicios. Es evidente que el precio de la energía eléctrica ha sido y es uno de los factores clave del desarrollo económico, calidad de vida y grado de desarrollo de un país.

Canal de Isabel II, creado como empresa en 1851, puso en funcionamiento su primera central hidroeléctrica en el año 1912. La central de eléctrica de Torrelaguna suministraba energía a la impulsión de agua al Depósito Elevado de Santa Engracia, actualmente edificio histórico y emblemático de la empresa dedicado a albergar exposiciones de fotografía.

En la actualidad, Canal de Isabel II Gestión opera 8 instalaciones hidroeléctricas de producción de electricidad, 11 plantas de generación eléctrica a partir del biogás, una planta de cogeneración asociada al secado térmico de lodos y 9 pequeñas microturbinas en distintos puntos de la red de abastecimiento de agua.

Con esta última tecnología somos pioneros en España, y estamos orgullosos de poder decir que ya estamos aprovechando una energía que de otra manera se disiparía en válvulas reductoras de presión. En el año 2012 instalamos las dos primeras microturbinas que previamente habían sido probadas en el banco de pruebas a la entrada del depósito de Majadahonda y en la conducción de entrada de la ETAP de Griñón. Durante 2014 han entrado en servicio 6 nuevas microturbinas que suman cerca de 0,9 MW instalados.

MICROTURBINA EN LA CONDUCCIÓN ENTRADA E.T.A.P. DE GRÍÑÓN



Nuestra entidad es en la actualidad la empresa con mayor capacidad instalada para la producción de energía eléctrica de la Comunidad de Madrid, (un total de 82,05 MW).

Todas estas tecnologías nos permiten generar gran parte de la electricidad que consumimos, reduciendo el coste del suministro eléctrico de manera considerable. El año 2013 generamos una cantidad equivalente al 58,96% de los kWh que consumimos. En función de las aportaciones de agua en el año, podríamos decir que actualmente nuestra capacidad de generación está en torno a la mitad de nuestras necesidades de energía eléctrica. Y nuestro objetivo es seguir creciendo.



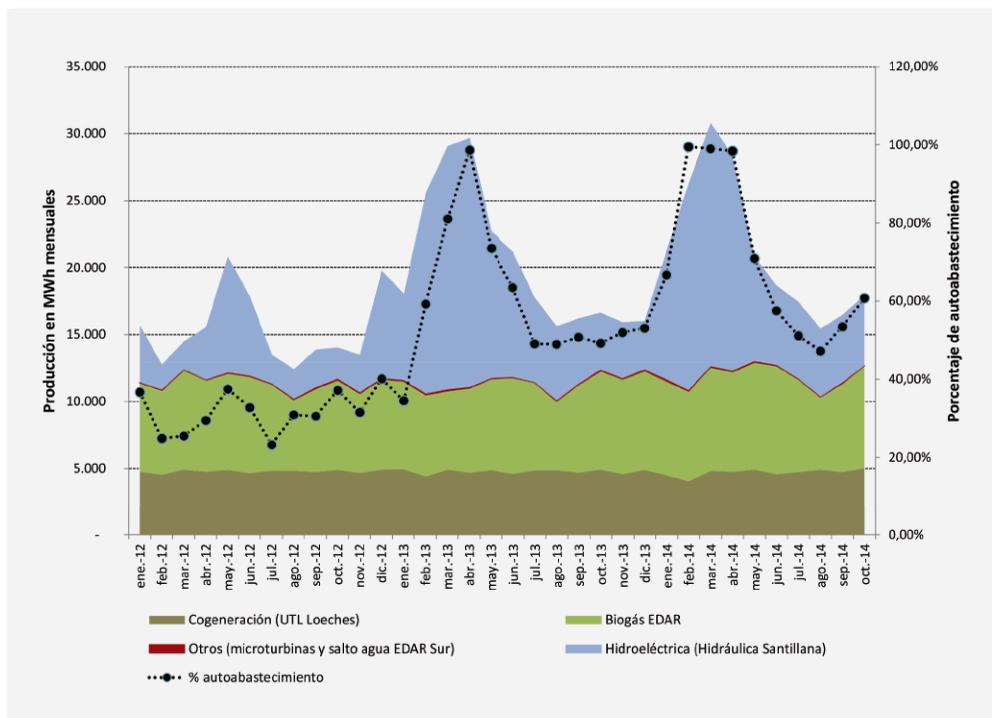


En los próximos 5 años, tenemos previsto invertir en los conceptos siguientes:

- Ampliación de la capacidad instalada en los aprovechamientos hidroeléctricos.
- Desarrollo de dos nuevas centrales de producción hidráulica.
- Instalación de nuevas centrales de producción eléctrica con biogás de depuradoras.
- Instalación de nuevas microturbinas en nuestra red de distribución y para el aprovechamiento eléctrico de los caudales ecológicos.

El siguiente gráfico muestra cual ha sido la evolución del consumo y generación mensual de los últimos 3 años.

GENERACIÓN Y CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN CANAL GESTIÓN



MEJORES PRÁCTICAS EN LA COMPRA DE ELECTRICIDAD

El consumo de energía eléctrica es uno de los principales costes de los operadores del ciclo integral del agua. Además de la eficiencia energética, una adecuada contratación del suministro eléctrico consigue importantes ahorros en el coste de operación.

El mercado eléctrico en España es un mercado complejo y en constante evolución. En este mercado los agentes acuden a una subasta diaria a comprar/vender su energía y de esta manera se articula un precio horario. El precio de la electricidad es variable y depende de las condiciones de oferta y demanda. Cuestiones como hidráulica, cantidad de recurso eólico, precio de los combustibles, disponibilidad de las plantas, entre otros, van a afectar al precio

de la electricidad y van a hacer que fluctúe a lo largo del tiempo. Dada esta variabilidad de precio y con objeto de servir de cobertura, existe un “mercado de futuros”. Este mercado de derivados de electricidad permite a los agentes tomar posiciones en el tiempo con objeto de minimizar sus riesgos.

El conocimiento de las distintas modalidades de contratación por los clientes finales cobra importancia en este entorno. Fundamentalmente existen dos formas de contratar energía:

- **Precio fijo:** El precio fijo permite cerrar la posición de precio durante la vigencia del contrato. Es una solución común a las necesidades presupuestarias. Esta “certeza” tiene un coste, al requerir que la comercializadora acuda al “mercado de futuros” a cerrar su posición o asuma un riesgo comprando a precio variable.

El momento de cierre es importante, ya que el precio varía a lo largo del tiempo. Puede ser único (lo habitual) o como media de varios cierres (*multiclick*).

- **Precio variable:** En esta opción de precio indexado al mercado, el comprador paga en función del precio variable del mercado eléctrico. El comprador asume el riesgo precio por lo que no existe el coste asociado de “prima de seguro”.

A lo largo de los últimos años hemos ido modificando nuestro concurso de compra de electricidad adoptando las siguientes *mejores prácticas* que entendemos han supuesto ventajas en la contratación.

- **Mejora de la capacidad de negociación con varias sesiones** de subasta. Se realizan dos sesiones y se permite una mejora de precio a las ofertas más ventajosas de la primera sesión. Hemos observado que los comercializadores rebajan el precio en sucesivas subastas.
- **Reducir la posición abierta** del suministrador:
 - Disminuyendo el tiempo entre la oferta vinculante y el cierre del contrato de compra en los procedimientos de licitación
 - Entregando una carta de “confort” sobre resultado de la licitación.
 - Centrándose en el margen y no en el precio en la selección de comercializadora.
 - Seleccionando el mejor momento de compra de electricidad (Multiclick). Esta alternativa supone realizar cierres parciales de precio durante varios días en lugar de un único cierre en un momento determinado. De esta manera se obtiene un precio medio similar a la media del mercado y no un único precio que puede ser bueno o malo.
 - Contratando de parte del consumo a precio variable. En los últimos años la contratación a precio variable ha sido más ventajosa y estamos dispuestos a explorar en mayor medida esta opción.

Desde Canal Gestión creemos que la energía es parte consustancial al ciclo integral del agua y vamos a seguir apostando por la eficiencia energética, el aprovechamiento de la generación eléctrica allá donde sea posible y en la adecuada contratación del suministro eléctrico con el objeto de conseguir ahorros en el coste de operación.



5 Nuevas tecnologías de generación eléctrica a partir de la disponibilidad de recursos hídricos en escenarios de cambio climático

Pedro Linares, Catedrático de la Universidad de Comillas y director del estudio

INTRODUCCIÓN

La relación entre dos recursos escasos y estratégicos, el agua y la energía, es directa y bien conocida. El agua es necesaria para refrigerar las centrales térmicas, para regar los cultivos de biocombustibles, o para producir electricidad en las centrales hidráulicas⁷. Por su parte, la energía es necesaria para extraer agua subterránea, para potabilizarla (o desalarla), para distribuirla a los usuarios y depurarla (ciclo integral).



⁷ En cualquier caso, cuando se considera la demanda de agua para energía, deben distinguirse dos posibles interpretaciones: la demanda de uso, y la de consumo. Por la primera se entiende la simple circulación del agua, que luego es devuelta al cauce o medio original, mientras que la segunda es el agua realmente “gastada”, y que por tanto, no es susceptible de otros usos posteriores, bien porque se ha evaporado, o porque ha sido contaminada, o porque ha sido incorporada a otros productos (como los cultivos).

En el apartado siguiente se describe de forma sucinta la metodología empleada para el trabajo y en otros posteriores, los principales resultados y conclusiones que se pueden extraer del mismo.

METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS

El trabajo ha comprendido las siguientes fases:

- Revisión de la literatura académica y profesional existente en el ámbito de la relación agua-energía, y de los efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua y en el sector energético;
- Revisión de las opciones de modelado conjunto del agua y la energía;
- Consulta con expertos, mediante un seminario celebrado en la sede de la Fundación Canal, y entrevistas en profundidad con algunos de ellos, con el fin de validar las hipótesis de trabajo;
- Definición de escenarios y parámetros de entrada para el modelo de simulación;
- Ejecución del modelo de simulación y análisis de resultados;
- Realización de un estudio de caso para la Comunidad de Madrid.

El modelo que se ha utilizado para simular la influencia de la disponibilidad de agua en el sistema eléctrico español es el modelo MASTER_SO, un modelo de optimización estático, de equilibrio parcial, basado en programación lineal, originalmente concebido para el análisis de políticas energéticas sostenibles. El modelo simula el suministro de una demanda energética exógenamente determinada en términos de servicios energéticos por sectores, de forma que se cumpla con todas las restricciones técnicas y legales, y que se optimice una función objetivo. Esta función objetivo puede formularse como una medida de sostenibilidad energética, aunque por el momento se formula simplemente como una minimización de los costes privados de suministro de energía, más el coste social de las emisiones de CO₂. Está programado en GAMS y se resuelve con CPLEX.

Además, para el desarrollo de este estudio ha sido necesario modificar el modelo descrito, de forma que se pueda investigar mejor la relación agua-energía para España. Así, se ha desarrollado el modelo NEXUS, que analiza la cantidad de agua consumida y utilizada para satisfacer la demanda de energía de España. La nueva formulación asigna a cada proceso de obtención de energía primaria y de conversión de energía una cantidad de agua consumida y también utilizada (en metros cúbicos por GWh).

También se ha asignado toda la capacidad de generación por demarcaciones hidrográficas, y se ha establecido un límite para la cantidad de agua disponible en cada demarcación. De esta forma es posible representar en qué medida la escasez de agua en una demarcación puede afectar a las centrales eléctricas situadas en ella. Si no hay límites a la disponibilidad de agua, el nuevo modelo debería producir los mismos resultados que el modelo original. Si hay limitaciones, entonces el modelo determina los cambios de tecnologías y de producción energética que permiten satisfacer la demanda de energía de forma que no se supere la disponibilidad de agua.

ESCENARIOS ANALIZADOS

El año horizonte para el análisis ha sido 2050. Para este año se ha caracterizado el sistema energético previsto (de forma coherente con el *Energy Roadmap 2050* de la Comisión Europea, e incluyendo el uso de agua por las distintas tecnologías eléctricas), y se han construido dos escenarios de cambio climático a partir de las estimaciones del CEDEX de los impactos del cambio climático en la escorrentía superficial y en los recursos hídricos disponibles en régimen natural⁸. Los escenarios para los que se ha ejecutado el modelo son:

WC-2012: utiliza la disponibilidad de agua actual, y por tanto supone que el resto de las demandas no varían (lo que, entre otras cosas, supone una estabilización de la población española).

WC-CC1, 2: supone una reducción en la escorrentía natural y la disponibilidad de recurso disponible dada por los escenarios de cambio climático proporcionados por el CEDEX. No se contempla ningún cambio en el resto de demandas de agua, ya que se considera que las estrategias de adaptación (cambios en técnicas de cultivo, por ejemplo) contrarrestarán sus variaciones. Igualmente se supone que los posibles cambios en la demanda de energía quedan enmascarados dentro de la incertidumbre asociada a la estimación de los consumos futuros.

A este respecto hay que recordar que los cambios que estiman distintos estudios (como por ejemplo el reciente Quinto Informe del IPCC) no son claros: se prevé una subida de la demanda de aire acondicionado, y una bajada de la demanda de calefacción, pero el efecto neto dependerá de cada región. Para España no hay datos concluyentes.

Estos escenarios de cambio climático se ejecutan en dos contextos.

Uno en el que la potencia instalada es la correspondiente al escenario de referencia (REF). Este contexto trata de simular una falta de adaptación al cambio climático, ya que supone que la nueva capacidad de generación eléctrica se ha instalado sin considerar la posibilidad de cambio climático. Dados los largos plazos asociados a la construcción de generación eléctrica, y la también larga vida útil de estos activos, esta posibilidad de falta de adaptación es un riesgo a considerar.

El segundo contexto permite que el modelo invierta en nuevas tecnologías para responder al cambio climático, es decir, supone que las nuevas inversiones se realizan considerando el cambio climático previsto. Este contexto permitirá, por comparación con el anterior, evaluar los beneficios y consecuencias de una adaptación temprana.

La simulación requiere convertir los cambios en la disponibilidad de agua en cambios en la gestión hidráulica. Para ello se ha determinado un coeficiente energético que relaciona la disponibilidad de agua con el producible hidráulico (la energía máxima que se puede producir en centrales hidroeléctricas en un período determinado). Este producible es el que el modelo de simulación gestiona para producir electricidad de forma óptima.

⁸ Estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. Madrid, diciembre de 2010.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La conclusión más evidente del estudio es que una menor disponibilidad de agua supone un mayor coste para el sistema energético, aunque en una cuantía reducida. Este cambio en los costes se deriva de la necesidad de sustituir fuentes de generación energética, ahora limitadas en su producción, por otras no limitadas por el agua, o por tecnologías de eficiencia energética en el lado de la demanda.

Estos costes se pueden determinar de forma absoluta, o en forma de costes de oportunidad, evaluando la medida en que los costes del sistema energético podrían reducirse si hubiera más disponibilidad de agua. A este respecto, los precios sombra calculados para el agua muestran cómo el sector energético puede en algunos casos (en cuencas y meses determinados) estar dispuesto a pagar por el agua un precio superior al que actualmente se ofrece para otros usos del agua (como el regadío, por ejemplo). Es decir, que la limitación de agua en el sector energético podría solucionarse, al menos parcialmente, si se pudieran intercambiar los usos del agua.

La segunda conclusión relevante es que la adaptación al cambio climático es muy importante. En aquellos escenarios en los que se permite que el sistema responda (mediante cambios en las inversiones) a una menor disponibilidad de agua inducida por el cambio climático, el aumento de coste se mitiga, así como los precios sombra.

Los cambios en el sistema se producen, por una parte, por el mencionado desplazamiento de tecnologías de generación a tecnologías de demanda. Por otra parte, también se reduce la producción de energía hidroeléctrica, al disminuir la escorrentía natural. Esto tiene además consecuencias sobre la fiabilidad del sistema, ya que, en ausencia de energías fósiles, la energía hidráulica es la principal responsable de dar respaldo a la energía eólica o fotovoltaica. De hecho, se puede observar cómo en los escenarios drásticos de cambio climático (con adaptación) aumenta mucho la inversión en bombeo, precisamente para ofrecer este respaldo.

Hay que recordar también que, al realizarse el análisis para el año 2050, en el cual se supone que el sector eléctrico estará totalmente descarbonizado (según el *Energy Roadmap 2050*), las tecnologías de generación son o bien basadas en las energías renovables o en la energía nuclear. A este respecto los escenarios de cambio climático no introducen grandes cambios sobre el escenario de referencia.

También es reseñable como conclusión del estudio la importancia de realizar una desagregación geográfica, por demarcaciones hidrográficas, de la producción de energía. El cambio en la disponibilidad de agua también supone un cambio en la distribución de las centrales de producción de electricidad. De nuevo, los escenarios en los que se permite adaptación por parte del sistema resultan en unos cambios mayores, pero a unos costes menores.

Los resultados muestran cómo las cuencas del sureste están muy limitadas en su disponibilidad de agua, de tal forma que el modelo no considera que se pueda producir energía en ninguna de ellas. Esto evidentemente puede tener consecuencias importantes respecto al suministro de la demanda eléctrica en estas regiones.

Frente a las grandes incertidumbres asociadas a un ejercicio de simulación a 2050 como el propuesto, las aproximaciones realizadas en el modelado son relativamente modestas, y consideramos que no influyen en la robustez de los resultados. En cualquier caso, es recomendable interpretar los resultados no tanto en términos absolutos, sino comparando escenarios entre sí en términos relativos. A este respecto, la formulación *bottom-up* ingenieril del modelo ofrece seguridad en que los términos de variación sean realistas. Las posibles mejoras a realizar en el futuro en el modelado (por ejemplo para la gestión hidráulica) no deberían suponer alteraciones significativas de los resultados.



ESTUDIO DE CASO DE LA COMUNIDAD DE MADRID

La conclusión fundamental de este caso de estudio es que, en el caso de la Comunidad de Madrid, el potencial efecto del cambio climático vía una reducción en la disponibilidad de agua es mínimo comparado con el posible efecto de un problema en la importación de energía por parte de otras regiones. En este sentido, hay que recordar que uno de los posibles efectos del cambio climático es un aumento de los eventos meteorológicos extremos, que en algunos casos (aunque quizá no en la Comunidad de Madrid) podrían generar alteraciones en el sistema de transporte de electricidad.



Por tanto, y a la vista de estos resultados, las estrategias de adaptación en energía en la Comunidad de Madrid deberían ir más orientadas al robustecimiento de las conexiones energéticas con el resto del sistema, y también, por supuesto, al ahorro energético, que en cualquier caso siempre es una estrategia robusta de adaptación al reducir los efectos de una posible falta de suministro.



6

La energía desde la perspectiva del acceso al agua

Eduardo Sánchez Jacob. Director de Relaciones Institucionales de ONGAWA

EL PROBLEMA DE ACCESO AL AGUA Y EL ENFOQUE DE ONGAWA

A pesar del esfuerzo que se ha realizado en los últimos años para conseguir el acceso al agua potable y al saneamiento, promovido en parte por los Objetivos de Desarrollo del Milenio⁹ (ODM), aún estamos muy lejos de conseguir el acceso universal a estos servicios.

Según el informe de progreso de 2014 del Programa de seguimiento conjunto de la Organización Mundial de la Salud y la OMS¹⁰, en 2012, el 89% de la población mundial estaba usando fuentes mejoradas de agua potable, cifra que en 1990 era del 76%, lo que ha supuesto que entre 1990 y 2012 más de 2.300 millones de personas lograron el acceso a una fuente mejorada. Sin embargo, como el propio informe indica, todavía existen enormes carencias. En 2012 había 748 millones de personas que utilizaban fuentes de agua no apta para el consumo; de ellas, 173 millones obtenían el agua para beber directamente de ríos, arroyos o lagunas. El resto de la población acudía pozos abiertos y sin protección, o manantiales naturales escasamente protegidos. En todo el mundo hay 45 países que probablemente no podrán cumplir con la meta del Objetivo 7 relativa al agua potable. Además, aunque ciertas poblaciones utilizan una fuente mejorada de agua para beber, ello no quiere decir que esa agua sea segura. Es muy frecuente que las fuentes mejoradas estén microbiológicamente contaminadas. Más aún, una gran cantidad de familias no tiene un acceso fácil al agua, especialmente en África subsahariana y muchas personas, generalmente mujeres y jovencitas, a menudo tienen que esperar largas filas o caminar grandes distancias para acceder a una fuente mejorada de agua.

África subsahariana es la zona geográfica con mayores carencias en acceso al agua. Partiendo de una cobertura inicial muy baja, entre 1990 y 2012 la proporción de población con acceso a una fuente mejorada de agua potable sólo ha aumentado un 16%, y en la actualidad un 36% de la población carece todavía de acceso. Además, existe una importante diferencia entre las coberturas en zonas urbanas y rurales, en detrimento de estas últimas. Por ejemplo, en Tanzania, país donde Ongawa lleva trabajando en programas de agua desde hace más de 15 años, en las zonas rurales la cobertura es del 42%, aunque el 30% de los sistemas rurales no funcionan por problemas de financiación, operación y mantenimiento¹¹. Esta situación se agrava por la escasez de agua en las épocas secas del año, problemas de contaminación por coliformes o alta salinidad, y falta de capacidad técnica e institucional.

La situación del acceso al saneamiento es más dramática; entre 1990 y 2012, casi 2.000 millones de personas pudieron acceder a instalaciones sanitarias mejoradas (instalaciones en las que las personas están separadas higiénicamente de las heces), pero a pesar del gran aumento de la cobertura de saneamiento, que pasó del 49% en 1990 al 64% en 2012, parece poco probable que para 2015 pueda alcanzarse la meta de lograr una cobertura del

⁹ Los Objetivos de Desarrollo del Milenio fueron aprobados por la comunidad internacional en 2000 y marcaban metas concretar de reducción de pobreza a alcanzar en el 2015. Una de las metas es reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento. (<http://www.un.org/es/millenniumgoals/>)

¹⁰ <http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/mdg-report-2014-spanish.pdf>

¹¹ Jiménez, A. y Pérez-Foguet, A. (2011). The relationship between technology and functionality of rural water points: evidence from Tanzania. *Water Science and Technology*.

75%. En 2012, nada menos que dos mil quinientos millones de personas no contaban con instalaciones sanitarias mejoradas.

Además, la forma de medir el acceso al agua y al saneamiento se fija muchas veces solo en el aspecto de la accesibilidad física sin tener en cuenta otros parámetros imprescindibles para garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento

ENFOQUE DE DERECHOS HUMANOS

El derecho humano al agua (DHA) está dentro de los denominados de segunda generación, es decir, de los derechos económicos, sociales y culturales. Su garantía genérica se recoge en el artículo 22 de la declaración universal de los derechos humanos, y de forma más específica en el artículo 25 al referirse al *derecho a un nivel de vida adecuado*, pero no es hasta 2003, a través de la Observación General 15, cuando se definió con precisión su alcance y contenido.

En primer lugar, establece que el agua es un derecho humano cuando se destine a usos personales y domésticos (consumo humano, saneamiento, colada, preparación de alimentos, e higiene personal y doméstica, usos vinculados a la producción de alimentos para la subsistencia o auto-alimentación, o usos vinculados a garantizar la salud y evitar enfermedades). Es importante destacar que el agua no se puede considerar un derecho humano cuando se dedica a fines productivos como, por ejemplo, la industria o la agricultura industrializada, y que los usos que sí son un derecho humano tienen que ser priorizados sobre el resto.

Por otra parte, el derecho humano al agua comparte con el resto de derechos unos principios básicos, como son el de igualdad, no discriminación, participación, inclusión, rendición de cuentas, universalidad, indivisibilidad e interdependencia.

Como elementos diferenciales o normativos relativos al derecho al agua se establecen factores como la disponibilidad, calidad, accesibilidad física y económica, no discriminación y acceso a la información. Estas categorías están definidas y se utilizan periódicamente en informes de distintas instituciones, aunque existe el reto de encontrar indicadores adecuados.

Las empresas y administraciones públicas están bastante familiarizadas con algunas categorías básicas del DHA, como son la disponibilidad, la accesibilidad física de la infraestructura o la calidad del agua y del servicio, así como con otras cuestiones como la sostenibilidad económica y ambiental. Sin embargo, en otros aspectos como la asequibilidad, la participación o el acceso a la información existen importantes carencias.

Para garantizar el DHA, el acceso al agua tiene que ser asequible económicamente, es decir, el precio de los servicios debe considerar la capacidad de pago de los usuarios y los pagos no deben reducir o comprometer la capacidad de las personas para adquirir otros bienes esenciales, como son los alimentos, vivienda, educación o salud. La fijación de precios que garanticen la sostenibilidad económica del conjunto del sistema y la asequibilidad para las personas con menos recursos es todavía un problema sin resolver en muchas zonas, y su solución pasa por introducir cambios en los modelos de tarifas.

Otro problema importante es el de la desconexión por demora o falta de pago. En muchos países, no existe una normativa legal clara que proteja el DHA para las personas sin recursos y que establezca en qué casos no se puede dejar de dar el servicio, y cómo se cubren los costes de las personas a las que se da servicio de forma gratuita. Esta situación hace que cada empresa o administración establezca sus propios criterios, y que en algún caso se pueda vulnerar el DHA.

La participación y el acceso a la información comprenden el derecho de solicitar, recibir y difundir información sobre las cuestiones relacionadas con el agua, incluyendo la higiene, en un formato comprensible y a través de medios y lenguajes adecuados, así como el derecho a participar efectivamente en los procesos de decisión que puedan afectar al ejercicio del derecho al agua. Este proceso debe afectar tanto a las decisiones más estratégicas (ej. contratos de gestión de los servicios), como a las que afectan a procedimientos de debida diligencia y mecanismos de remedio como son las tarifas, cortes por impago, mecanismos de reclamación, entre otros.

La información que publican las empresas y administraciones sobre la prestación del servicio no siempre es completa y detallada, o hay contratos con cláusulas de confidencialidad, lo que dificulta el acceso a la información y la creación de una opinión cualificada que permita la participación. Por otra parte, lo habitual es que las empresas, a la hora de tomar las decisiones, contacten solamente con las administraciones públicas, dando por hecho que son éstas las que representan los intereses de los usuarios, pero en muchos casos esta suposición es falsa, bien porque las administraciones no han sido elegidas democráticamente o bien porque, aun habiéndolo sido, no canalicen adecuadamente los intereses o las opiniones de los ciudadanos.

La obligación de respetar el DHA no sólo se aplica a las empresas relacionadas con el suministro de agua, sino a todas aquellas que puedan afectarlo, bien por limitar su cantidad o su calidad. En este sentido, hay sectores que tiene que prestar especial atención al DHA, como las empresas agrícolas que utilizan regadío o abonos que se filtran al subsuelo, las mineras que utilizan el agua para el procesamiento del mineral, las industriales que utilizan procesos químicos susceptibles de contaminación, o las empresa eléctricas que refrigeran las centrales térmicas con agua.

Ya dentro de las relaciones entre el sector del agua y la energía, en el ámbito del abastecimiento hay que prestar especial atención a los problemas que pueden surgir por la contaminación de acuíferos en la industria petrolera, ya sea en las fases de extracción, transporte, refino, distribución o comercialización. También son reseñables los potenciales conflictos por la competencia por el agua en el caso de las centrales hidroeléctricas.

Los estados que han ratificado los pactos internacionales tienen la obligación legal de protegerlos, adoptando medidas que eviten que terceros interfieran en su ejercicio, respetarlos, no interfiriendo en su disfrute o ejercicio, y cumplirlos, facilitando medidas positivas, promoviendo su aplicación o garantizando su disfrute prestando servicios directamente. La sociedad y las empresas tienen obligaciones distintas de los Estados, básicamente de respeto.

Para avanzar en la satisfacción de los derechos humanos es importante que las empresas incorporen los principios rectores de “proteger, respetar y remediar”¹², aprobados por el Consejo de derechos humanos de Naciones Unidas el 16 de junio de 2011, conocidos como los *principios Ruggie*.

El principio de “respetar” que se aplica a las empresas incide especialmente en la “gobernanza”, en las normas internas, más que en el “derecho” o normas legales exigibles. Así, es necesario un liderazgo desde el más alto nivel directivo y un compromiso estratégico formalizado en una declaración que establezca lo que la empresa espera de su personal, sus socios y otras partes directamente vinculadas, y que debe ser público difundiéndolo interna y externamente a todo el personal, los socios y otras partes interesadas. Por otra parte, para que el compromiso sea efectivo, la empresa debe establecer los mecanismos adecuados para que llegue a todos los niveles de la empresa y a sus socios y otros grupos de interés, en especial aplicar el principio de “debida diligencia” entendido como un proceso predefinido que *debe incluir una evaluación del impacto real y potencial de las actividades sobre los derechos humanos, la integración de las conclusiones, y la actuación al respecto; el seguimiento de*

¹² Principios rectores sobre las empresas y los derechos humanos: puesta en práctica del marco de las Naciones Unidas para “proteger, respetar y remediar”.

las respuestas y la comunicación de la forma en que se hace frente a las consecuencias negativas. Un proceso que además tiene que ser continuo en el tiempo para adaptarse a los cambios de la actividad empresarial y del entorno en el que opera, y que debe implicar a las áreas de la empresa que controlan las decisiones y acciones que pueden prevenir, mitigar o remediar los impactos sobre los derechos humanos.

LA ENERGÍA PARA EL AGUA: EL BOMBEO

Desde la perspectiva de los usos del agua que son un derecho humano y de los proyectos de desarrollo que tienen que garantizar un suministro seguro y fiable, la utilización de energía para el bombeo de agua ha sido tradicionalmente un elemento crítico. Utilizando la misma lógica aplicada al suministro de agua, cabría analizar la disponibilidad, accesibilidad y asequibilidad.

Tradicionalmente el bombeo de agua se ha realizado a través de bombas conectadas a la red eléctrica o impulsadas con motores diésel. Estos sistemas tienen la ventaja de un bajo coste de instalación pero un alto coste asociado a la tarifa eléctrica o el combustible. Sin embargo, en los últimos años se están desarrollando con fuerza los sistemas basados en energías renovables, especialmente eólica y fotovoltaica, aprovechando que se puede compensar su intermitencia y variabilidad con la acumulación de agua en depósitos en altura que permiten almacenar su energía potencial. La ventaja de estas fuentes son sus bajos costes de operación, aunque la inversión inicial suele ser mayor que para bombas conectadas a la red eléctrica o que utilizan diésel. En todo caso, con independencia de la tecnología utilizada, es importante que en la planificación energética rural se tenga en cuenta los sistemas de agua como temas prioritarios a abordar.

La asequibilidad económica es otro aspecto importante. Según el Banco Mundial los costos de electricidad se calculan entre un 5 % y un 30 % del costo operativo total de los servicios públicos de agua y saneamiento, pero pueden ser mayores¹³. En muchos casos, la sostenibilidad económica de un sistema depende de que la energía para el bombeo sea asequible económicamente, y tanto la administración como las empresas pueden facilitar el acceso, y en algunos países existen tarifas preferenciales para los sistemas de agua.

Es importante señalar que la existencia de tarifas preferenciales no garantiza siempre la asequibilidad, y que como sucede en Nicaragua, pueden haber barreras administrativas que dificulten o impidan a los comités de agua que gestionan los sistemas ser beneficiarios de estas tarifas, como puede ser la exigencia de una personalidad jurídica específica.

Además de los aspectos económicos, y en la medida en que una parte importante de los sistemas de bombeo están fuera de funcionamiento a los pocos años de ser instalados, es importante prestar atención a los aspectos organizativos y tecnológicos.

En cooperación al desarrollo existe un grupo de organizaciones que apuestan por lo que se denominan *tecnologías apropiadas*. Inicialmente este concepto fue desarrollado por Ernst Friedrich Schumacher y se basa en la idea de tecnologías relativamente sencillas, poco intensivas en capital pero que generan oportunidades de empleo, y que permiten la producción y mantenimiento local con personal sin una alta cualificación. Un ejemplo de este tipo de tecnologías es la bomba de cuerda, que impulsa el agua a través de unos pistones insertados en una cuerda sin fin que se hace pasar un tubo, y que puede acoplarse a múltiples mecanismos que la impulsen. Aunque en algunos países estas tecnologías han conseguido arraigar, en general no han conseguido una gran difusión por problemas de calidad, mantenimiento o falta de mercado.

¹³ Citado en el informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2014. <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002269/226961S.pdf>

En el extremo contrario, otras organizaciones están apostando por la *alta tecnología*. Así por ejemplo la empresa Grundfos, líder mundial en equipos de bombeo, dentro de su programa LIFELINK de cooperación, ha desarrollado kioscos de agua que la suministran y que permiten el control remoto y pago a través de terminales móviles. En este caso, la dificultad estriba en la necesidad de equipamiento y personal muy cualificado, que no todas las organizaciones o empresas disponen.

Entre estos dos enfoques se sitúa la *tecnología convencional*, que aunque no está diseñada específicamente para funcionar en un contexto de pobreza o en zonas remotas, tiene la ventaja de ser relativamente accesible y probada, y permite ciertas adaptaciones cuando existe demanda. Un ejemplo de este tipo son los sistemas solares que utilizan bombas adaptadas para funcionar con un régimen de intensidad eléctrica variable que es el que suministran los paneles solares a lo largo del día.

Con independencia de la tecnología, para la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas de bombeo es necesario, por una parte, que se generen unos ingresos recurrentes que cubran los costes de operación y mantenimiento, y, por otra, la disponibilidad de un mínimo tejido local de empresas suministradoras, talleres y técnicos que permita dar respuesta a las incidencias habituales. Cuando este tejido no existe es importante que los programas de agua tengan una línea específica para su promoción. Por ejemplo, Ongawa en su programa de infraestructuras para centros de salud en Cabo Delgado (Mozambique) formó personal técnico, promovió la constitución de microempresas, y facilitó la formalización de contratos de mantenimiento entre el Ministerio de Salud y las microempresas para ayudar a su puesta en marcha el primer año.

UNA APROXIMACIÓN CONJUNTA AL AGUA Y LA ENERGÍA

El agua y la energía son elementos básicos para garantizar un nivel de vida digno. Así, por ejemplo, en el Índice de pobreza multidimensional que ha desarrollado el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo para complementar su Índice de Desarrollo Humano, entre los nueve indicadores que toma en consideración, hay cuatro relacionados con el agua y la energía, como son el no tener electricidad, no tener acceso al agua potable y al saneamiento adecuado, usar combustible “contaminante” (estiércol, leña o carbón) para cocinar, y no tener auto, camión, vehículo motorizado o similar y poseer sólo uno de los siguientes bienes: bicicleta, motocicleta, radio, refrigerador, teléfono o televisor¹⁴. Además, todo indica que en los Objetivos de Desarrollo Sostenible que sustituirán a partir del 2015 a los Objetivos de Desarrollo del Milenio se incorporará el acceso universal al agua, al saneamiento y a fuentes modernas de energía para el 2030. Desde esta perspectiva, puede resultar interesante empezar a trabajar simultáneamente estas dos dimensiones, que además pueden tener sinergias interesantes en el nivel operativo.

Sin embargo, el nexo agua-energía no es el único a tener en cuenta. Así por ejemplo, instituciones como la agencia alemana de cooperación GIZ y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), amplían el nexo agua-energía a la alimentación, por ser esta un tercer elemento muy relacionado con los dos anteriores y con el desarrollo humano. Otras instituciones incorporan el “territorio” o la tierra en lugar de la alimentación, o añaden a estos tres factores, el cambio climático.

Además de la consideración conjunta de todos estos factores, es también importante explicitar el marco conceptual desde el que se hace. Así por ejemplo, en Ongawa, en su trabajo en Nicaragua y dentro del programa Terrena se abordan estas relaciones desde la promoción

¹⁴ Los otros cinco indicadores de pobreza son el tamaño del hogar, tener piso de tierra, que por lo menos un miembro del hogar está desnutrido, que uno o más niños han muerto, que ningún miembro del hogar completó cinco años de educación y que al menos un niño en edad escolar no está matriculado en la escuela. (<http://hdr.undp.org/en/faq-page/multidimensional-poverty-index-mpi>)

de los Derechos Humanos y la gestión integral de las micro-cuencas, utilizando éstas como espacio físico que delimita su actividad.

Aunque son todavía pocos los actores de la cooperación que están integrando simultáneamente el agua y la energía en su planificación y operación, los primeros resultados obtenidos indican su gran potencial, por lo que es previsible que en los próximos años se vayan incorporando más organizaciones y se desarrollen nuevas líneas de investigación y proyectos.







7 Energía y cooperación

Lucila Izquierdo. Presidenta de Energía sin Fronteras



LA ENERGÍA EN LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO

Existe un consenso universal de que la energía es imprescindible para el desarrollo humano, la eliminación de la pobreza y el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) declarados en el año 2000. Estos objetivos no incluyeron una meta específica sobre energía, pero en 2010 la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció que el acceso a la energía es un prerequisite clave para alcanzar cada uno de ellos.

La nueva "Agenda de Desarrollo post 2015", intenta hacer compatibles las tres variables del desarrollo sostenible: social, económica y ambiental, y está en camino de proponer nuevos objetivos para el periodo posterior a 2015, con esta visión que serán los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En este caso, el papel relevante de la energía queda todavía más justificado.

El documento *The future we want* de la conferencia de Rio+20 reconoce *el papel crítico que la energía juega en el proceso de desarrollo* y la necesidad de lograr un partenariado global para abordar los retos ambientales y socioeconómicos que presenta el acceso universal a una energía sostenible.

Por su parte, la iniciativa de Naciones Unidas *Sustainable Energy for all* (SE4ALL) lanzada en setiembre de 2011, tiene el propósito de lograr en 2030 tres objetivos fundamentales: asegurar el acceso universal a servicios modernos de energía; doblar la participación de las energías renovables en el *mix* energético global; y duplicar el porcentaje de mejora de la eficiencia energética global. La SE4ALL intenta catalizar nuevas inversiones para acelerar la transformación de los sistemas de energía del mundo, y ha declarado el decenio 2014-2024 como la *Década de la energía sostenible para todos*.

Como consecuencia de lo anterior, la mayoría de los organismos internacionales han alineado sus estrategias energéticas con el objetivo de lograr el acceso universal a la energía.

EL ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA

El acceso a la energía se define como *la capacidad de disponer de una energía adecuada, disponible cuando se necesita, fiable, de buena calidad, asequible, legal, conveniente, saludable y segura, en todos los servicios que la requieren para usos domiciliarios, productivos y comunitarios.*

El acceso puede tener varios niveles, y hay discusión sobre lo que se considera el nivel básico que delimita el acceso elemental. En el cuadro siguiente se reflejan los niveles de acceso que tienen más aceptabilidad.

APARATO	WATIOS EQUIVALENTES POR UNIDAD	HORAS AL DÍA	TOTAL ANUAL (kWh/año)	ACCESO				
				NIVEL 1 (BÁSICO)	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
Radio	1	2,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Lámpara	1	4,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Cargador de móvil	1	2,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Iluminación del hogar	18	4,0	26,3		26,3	26,3	26,3	26,3
Ventilador	15	4,0	21,9		21,9	21,9	21,9	21,9
Televisión	20	2,0	14,6		14,6	14,6	14,6	14,6
Proceso de alimentos	200	1,0	73,0			73,0	73,0	73,0
Lavadora	500	1,0	182,5			182,5	182,5	182,5
Refrigerador	300	8,0	876,0				876,0	876,0
Plancha	1.100	0,3	120,5				120,5	120,5
Secadora de pelo	1.100	2,0	803,0					803,0
TOTAL				2,9	65,7	321,2	1.317,7	2.120,7

Fuente: SE4ALL Global Tracking Framework

EL COSTE DEL ACCESO UNIVERSAL

Según el informe de la Agencia Internacional de la Energía *World Energy Outlook (WEO)* de 2012, para lograr el acceso básico universal en el año 2030 sería necesario invertir un billón de dólares -880.000 para electrificación y 120.000 para cocinas eficientes-, sin embargo, en el escenario central de dicho documento, la inversión esperada no supera los 288.000 millones de dólares, lo que dejaría todavía 1.000 millones de personas sin electricidad y 2.600 millones de personas sin acceso a cocinas eficientes, en la medida en que el crecimiento demográfico superará las posibilidades de actuación.

Se han hecho varias propuestas para orientar las actuaciones en esta situación, entre ellas la que a mí me parece más razonable es *no pensar en la energía suministrada sino en los servicios ofrecidos y priorizar aquellos servicios que ofrezcan mayor valor añadido por euro invertido.*

En todo caso, se debe resaltar que la inversión necesaria para lograr el acceso de todos a servicios energéticos modernos representa tan solo el 3% de la cantidad estimada para mantener y expandir las infraestructuras energéticas necesarias en el periodo (37 billones de dólares), por lo que no es un problema del capital necesario y tampoco se trata de un problema tecnológico -las tecnologías necesarias están disponibles- sino que más bien se trata de problemas de tipo político, institucional, logístico, financiero, etc, que requieren análisis pormenorizados de cada uno de ellos y un gran esfuerzo conjunto de toda la sociedad (“El partenariado global”)

LA SITUACIÓN ACTUAL

Según el informe WEO 2012, actualmente hay 1.300 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad y, como se ha comentado, en el escenario central, la previsión es que en 2030 todavía habrá 1.000 millones de personas sin acceso; de los 2.700 millones de personas que actualmente utilizan leña para cocinar y calentarse (el 93% en África subsahariana y el 83% en áreas rurales), la previsión es que, en 2030, esta cifra seguirá igual. En ambos casos, el problema se concentra en las áreas rurales, y especialmente en las comunidades más aisladas.

Las comunidades rurales aisladas (CRA) son muy diferentes entre sí en cultura, experiencias y formas de vida, pero con elementos comunes que se pueden agrupar en cuestiones de tipo técnico -alta dispersión geográfica, alejadas de los núcleos habitados, débiles infraestructuras y dificultad de acceso, orografías complicadas y zonas medioambientalmente valiosas-, otras de carácter económico -baja densidad de consumo, bajo e irregular nivel de ingresos-, y, por fin, otras de carácter social -escaso nivel de formación y capacitación técnica, alejadas de los centros administrativos y de toma de decisión-.

En todas ellas, la pobreza significa hambre, salud precaria, educación deficiente, y sobre todo, escasas oportunidades para salir de esa situación. Es en estas comunidades donde la tecnología tiene un mayor recorrido y un mayor impacto para promover el desarrollo y el bienestar de los pueblos.

Las actuaciones en estas comunidades deben tener en cuenta estas situaciones, con carácter general, pero también las características particulares de cada una de ellas, porque en todas las culturas existen formas específicas de convivencia y estructuras propias que, en la mayoría de los casos, están muy arraigadas y que es necesario considerar para lograr la verdadera apropiación de los proyectos por parte de los usuarios. En estas comunidades, las decisiones no deben ser tomadas de arriba abajo sino que la propia comunidad debe tomar parte en ellas.

EL ACCESO A LA ELECTRICIDAD

El reto de abastecer de energía eléctrica a las comunidades rurales aisladas es un problema complejo que requiere de la actuación compartida de los diferentes agentes sociales: gobiernos, entes reguladores, empresas, comunidades afectadas, organismos financiadores y de cooperación y sociedad civil. Las escasas capacidades locales, tanto en lo que se refiere a sus posibilidades de consumo y pago, como en todo tipo de infraestructuras y servicios, hace difícil la intervención de las empresas tradicionales, por lo que, para ellas, es necesario encontrar modelos de negocio adecuados, que van a requerir la actuación de todos estos actores.

Existen dos formas usuales de electrificación rural que se describen brevemente a continuación. Por un lado está la electrificación por extensión de redes, que es la forma más utilizada y está bien regulada, pero es difícil, en las condiciones actuales de mercado, su aplicación a las zonas más aisladas, pues supone altos costes de inversión -debido a la alta dispersión de los hogares en estas zonas- y baja capacidad de recuperación de la inversión, debido a la escasa capacidad de pago.

Por otro está la electrificación descentralizada basada en sistemas aislados de las redes normales de suministro. Las energías renovables lo permiten. La capacidad de la tecnología está demostrada, pero la carencia tanto de regulación específica como de modelos adecuados de negocio dificultan su implantación. La gestión del servicio ofrecido es un problema complejo y la sostenibilidad temporal de los sistemas, es decir, el que permanezcan operativos durante toda la vida útil de las instalaciones -condición necesaria para el desarrollo social y económico de las zonas electrificadas- es un objetivo difícil de alcanzar.

Las causas principales del fracaso y abandono se deben al uso de tecnologías renovables inadecuadas; modelos económicos no adaptados a las necesidades de las comunidades; aspectos sociales y culturales de las comunidades, o condiciones ambientales que no se han considerado adecuadamente.

Para la elección de la tecnología adecuada para cada zona y comunidad es necesario considerar los aspectos siguientes:

- Las condiciones y recursos locales: sistemas eólicos, fotovoltaicos, biomasa, diésel, sistemas híbridos
- La adecuación del servicio a la zona y a la comunidad: sistemas portátiles, sistemas individuales fijos, micro redes aisladas, mini redes
- Las capacidades locales y los planes de desarrollo rural: la electrificación ofrecida debe dar respuesta a las necesidades energéticas en cada una de las etapas de desarrollo programadas.

El modelo económico debe basarse en:

- Estimación de la capacidad y voluntad de pago de las comunidades
- Estimación de los gastos de inversión, operación, mantenimiento y reposición de componentes y gestión del servicio durante la vida útil de la instalación
- Estimación de la cuota mensual adecuada para asegurar la sostenibilidad económica
- Creación de una entidad local para la gestión del servicio (mantenimiento, reposición de equipos y gestión económica) con participación de los usuarios
- Formación, capacitación y fortalecimiento continuo de la comunidad para hacer frente a estos retos.

La experiencia demuestra que la sostenibilidad de los sistemas eléctricos descentralizados con energías renovables es muy difícil de llevar a cabo sin ayudas externas o tarifas sociales adecuadas. Las ayudas deben ser económicas y técnicas y tanto para la inversión inicial, como para el consumo.

EL ACCESO A SISTEMAS DE CALOR EFICIENTES

Facilitar el acceso a combustibles y sistemas de calor más eficientes en los hogares es el segundo eje en el que se basa el uso de la energía moderna como factor para la eliminación de la pobreza y de sus consecuencias. Aunque el acceso a la electricidad es un objetivo prioritario para incrementar el desarrollo, eliminar el uso ineficiente de la biomasa en los hogares es una necesidad urgente para resolver los tremendos impactos que provoca sobre la salud y el medioambiente. La OMS estima en 1,45 millones las muertes prematuras anuales -4.000 diarias- provocadas por la combustión ineficiente de la biomasa en el interior de los hogares; el uso tradicional de la biomasa es la primera causa de deforestación en las zonas circundantes a los núcleos urbanos; las mujeres y los niños dedican, por término medio, 4 horas diarias para la recolección de los combustibles tradicionales que necesitan, lo que reduce su disponibilidad para la educación o para otras tareas productivas.

Existen tecnologías accesibles, asequibles, eficientes y limpias basadas en el aprovechamiento de la biomasa que permiten:

- Mejorar el consumo de los combustibles tradicionales (sistemas eficientes para cocinado y calefacción)
- Facilitar el acceso a otras formas modernas de energía: (generación de electricidad a través de biogás, o provisión de biocombustibles líquidos para uso en motores agrícolas, transporte y generación de electricidad)
- Reducir así el impacto provocado por los sistemas actuales de aprovechamiento de la biomasa.

En todos los casos, la incorporación de estas tecnologías en las comunidades rurales no será satisfactoria si sus condiciones sociales y culturales no son atendidas adecuadamente. No existe una tecnología mejor que otra, la mejor tecnología en una comunidad es aquella que *se usa*.

EL BINOMIO ENERGÍA Y AGUA EN LA COOPERACIÓN

Las relaciones entre agua y energía son cada vez más evidentes. La producción moderna de energía requiere altos consumos de agua (la energía es el tercer sector más sediento) y la captación y depuración de agua requiere cada vez más energía.

Las actuales tecnologías energéticas renovables permiten su utilización directa en aplicaciones de bombeo y depuración de agua, muy especialmente en proyectos locales. Es evidente la capacidad de optimización que pueden implicar los proyectos conjuntos de agua y energía en regiones aisladas de las redes de suministro.

La relación entre agua y energía es tan íntima, tiene un impacto de tal calado en la economía y el bienestar de nuestras sociedades que debería tener una atención especial por parte de los poderes públicos y de la cooperación y un análisis riguroso por parte de la industria, las instituciones académicas y la sociedad civil. Es cierto, no obstante, que estos dos sectores se han manejado de forma muy separada hasta ahora y que ambos tienen también una incidencia muy grande en la utilización de los recursos naturales, tanto del agua como del suelo cultivable, por lo que este estudio requiere toda la atención necesaria por parte de la sociedad.

© Fundación Canal. Febrero 2015

© De las fotografías sus autores.

© De los textos sus autores.

Diseño y maquetación: CANDARA

DEPÓSITO LEGAL: M-5972-2015



Canal
ENTORNO



FUNDACIÓN CANAL

Mateo Inurria, 2
28036 Madrid



fundacioncanal.com



#foroaguaFC