

**Compensación de los impactos ambientales  
(emisiones gaseosas introducidas por el  
suministro eléctrico) a las Instalaciones de  
Desalación del Programa A.G.U.A., mediante la  
aportación equivalente de energía de origen  
renovable.**

**Autor principal:** Ramón Peralta Martínez

Institución: ACUAMED  
Teléfono: 911024700  
E-mail: rperalta@acuamed.com

**Otros autores:**

## 0. RESUMEN

El presente documento plantea la viabilidad de suministrar energía eléctrica a las instalaciones de desalación del programa A.G.U.A., de forma indirecta, desde nuevas centrales eléctricas de origen renovable, de forma que se compensen las emisiones gaseosas que se producirán por la introducción de los nuevos consumos.

## 1. INTRODUCCIÓN. INSTALACIONES DE DESALACIÓN

El Ministerio de Medio Ambiente ha encomendado a la sociedad estatal Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.A. (en adelante, ACUAMED) el desarrollo, bajo las directrices del programa A.G.U.A., de una serie de actuaciones tendentes a garantizar la calidad y la disponibilidad de agua a lo largo del territorio español.

Una parte importante de estas actuaciones incluyen plantas desaladoras de agua de mar o salobre, en un número que rondará las 20, y que se ubicarán en ciertas zonas mediterráneas para la producción de recursos hídricos destinados al abastecimiento humano, al riego y a usos industriales. La tecnología a utilizar será la de la ósmosis inversa, por ser este método el más utilizado y extendido. Mediante estas plantas se espera obtener un volumen de agua desalada de unos 450 hm<sup>3</sup>/año.

## 2. SUMINISTRO ENERGÉTICO A LAS DESALADORAS. UNA PRIMERA APROXIMACIÓN

Las instalaciones de desalación, en su operación, deberán alimentarse de energía eléctrica. Se estima inicialmente que la potencia total de las instalaciones, una vez completamente finalizadas y a pleno rendimiento, podrá estar en torno a los 200 MW, con una demanda energética anual de unos 1,5 TWh. Este suministro presentará cierta estacionalidad a lo largo del año, debido a las variaciones en las necesidades propias de cada tipo de consumo hídrico.

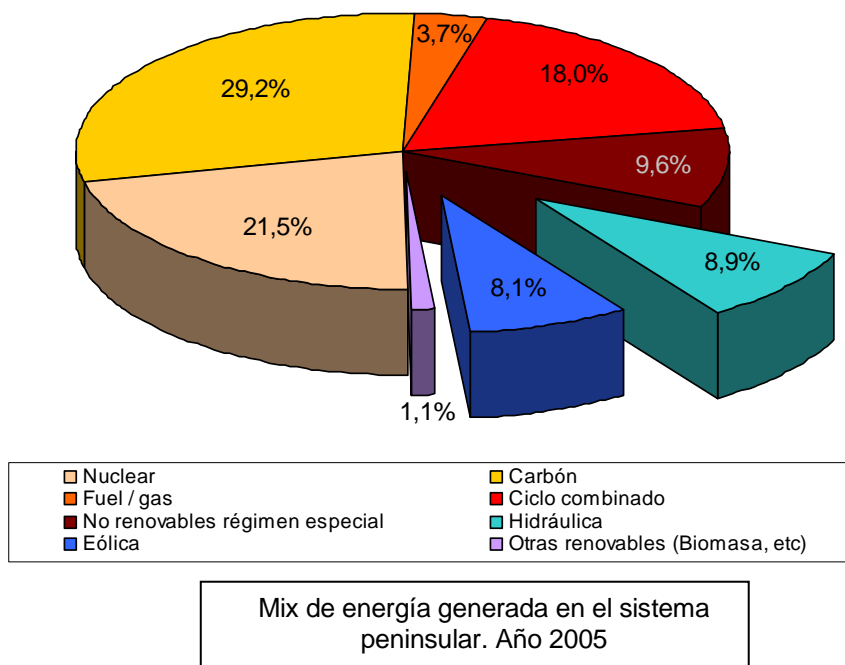
Siguiendo un esquema de actuación tradicional, la alimentación eléctrica a las nuevas instalaciones se realizaría desde el parque de generación nacional, sin más que conectar las plantas a la red de distribución. Esta propuesta, comúnmente empleada en nuestro país para el suministro eléctrico a nuevas instalaciones y completamente válida desde un punto de vista técnico, presenta no obstante ciertos inconvenientes que no pueden ser ignorados por la sociedad gestora ACUAMED. Estos inconvenientes se pueden analizar desde una triple óptica: medioambiental, energética y económica.

La primera posible objeción, de carácter medioambiental, consiste en que bajo este esquema se produciría un aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> del parque de generación, al tener que satisfacerse la nueva demanda mediante el mix de producción del sistema eléctrico nacional, con una componente de generación térmica convencional del orden del 53%<sup>(1)</sup>. Firmemente comprometido con el respeto al medio ambiente, es objetivo de ACUAMED considerar planteamientos que

---

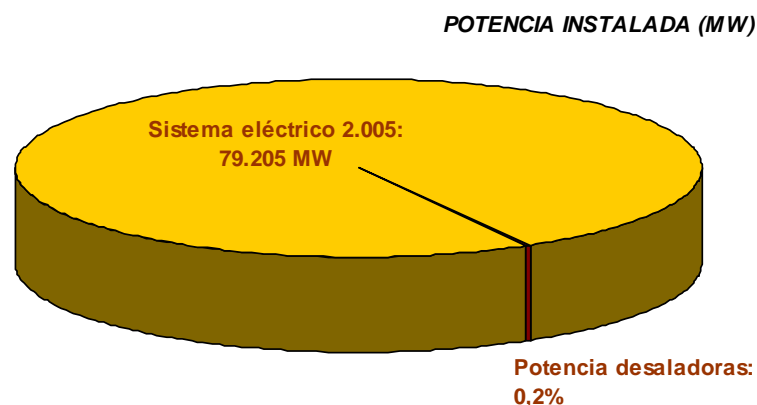
<sup>(1)</sup> Respecto de la energía generada en el Sistema Peninsular. Datos (provisionales): REE, diciembre de 2005

permitan cancelar, o al menos minimizar, las afecciones medioambientales originadas por las emisiones gaseosas derivadas del suministro energético a las plantas de desalación.



El segundo inconveniente, de índole energético, se plantea por la magnitud de la nueva potencia eléctrica a satisfacer, frente a la disponible en el parque de generación nacional. En principio, con una potencia instalada de 77.758 MW<sup>(2)</sup>, no debiera ser en absoluto problemático para el sistema eléctrico dar servicio a los nuevos consumos (aproximadamente, el 0,2% de la potencia instalada). No obstante, no debe obviarse que se están produciendo en el sistema eléctrico nacional puntas de demanda de hasta casi 44.000 MW (enero de 2005); puntas que, analizando el histórico de los últimos años, presentan una pauta de cierto crecimiento futuro. Por ello, ACUAMED se plantea una estrategia de actuación que evite en lo posible afectar al parque de generación actualmente existente.

<sup>(2)</sup> Sistema nacional (peninsular y extrapeninsular), en régimen ordinario y especial. Datos: REE, diciembre de 2005



Potencia a demandar por las instalaciones de desalación vs. Potencia instalada en el sistema eléctrico nacional. Año 2005

Por último, debe tenerse también en cuenta el aspecto económico de la energía, ya que en la operación de una planta desaladora, el coste del consumo de la energía necesaria para el proceso representa un porcentaje muy importante del valor del agua potable a obtener. Siguiendo un esquema habitual, ACUAMED podría conseguir la energía mediante su adquisición en el mercado, mediante compra a tarifa regulada o a través de un contrato de suministro con alguna empresa comercializadora o con algún agente productor. Bajo cualquiera de las opciones anteriormente mencionadas, el coste de la energía estaría por encima del necesario para obtener un agua producto a precios competitivos. Por ello, es objeto de ACUAMED la búsqueda de fórmulas que permitan optimizar el precio de la energía eléctrica.

Bajo todos los condicionantes indicados en el anterior escenario, ACUAMED propone el planteamiento de esquemas alternativos que permitan solventar los problemas mencionados, esquemas que pasan por la utilización de centrales eléctricas basadas en fuentes de energía de origen renovable.

### 3. CENTRALES ELÉCTRICAS DE ORIGEN RENOVABLE

Se entienden por energías de origen renovable aquellas que se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables, bien por la inmensa cantidad de combustible que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Los países de la Unión Europea en su conjunto, y entre ellos España, constituyen la principal potencia mundial en lo que al desarrollo y aplicación de energías renovables se refiere, con objeto de establecer una efectiva lucha contra el cambio climático y de reducir la dependencia exterior en su abastecimiento energético. Bajo este contexto, nuestro país genera actualmente un elevado porcentaje de su energía mediante fuentes de origen renovable, con una importante tendencia de incremento futuro gracias al apoyo gubernamental en su desarrollo (Plan de Energías Renovables – PER-).

En el estado actual de la técnica, y teniendo en cuenta que para la alimentación de las instalaciones de desalación es preciso el suministro de grandes cantidades de energía, se consideran en principio como más viables las siguientes tecnologías de generación eléctrica de origen renovable:

#### 3.1. Centrales eólicas

Las centrales eólicas son sistemas de generación basados en aerogeneradores, equipos mecánicos que transforman la energía del viento en energía eléctrica. Las potencias máximas unitarias rondan actualmente los 3 MW, aunque ya se han instalado en Alemania prototipos de hasta 5 MW.

Los aerogeneradores se agrupan en parques eólicos, instalaciones colectivas que engloban cierto número de estos dispositivos, donde la energía generada se unifica en una subestación antes de su vertido a la red. Los parques eólicos se suelen instalar en zonas montañosas con fuertes vientos, aunque también se pueden emplazar en la costa e incluso en el mar (instalaciones off-shore).



Parque “off-shore” cerca de Copenhague

Ampliamente utilizado en nuestro país, el único inconveniente importante que se le percibe a este sistema de generación es su escasa disponibilidad, que podría estar entre las 2.000 y 2.500 h/año, para los parques eólicos de nueva creación.

### 3.2. Centrales de biomasa

Las centrales de biomasa son instalaciones que permiten convertir en energía una amplia diversidad de tipos de combustible energético, que se obtienen directa o indirectamente de recursos biológicos, conocidos como biomasa. La biomasa comprende una variada gama de materiales orgánicos que son incorporados y transformados por el reino vegetal y animal, incluido el hombre. Las posibles fuentes de biomasa como combustible son variadas: residuos forestales, residuos agrícolas leñosos y herbáceos, residuos de industrias agrícolas y forestales y, por último, cultivos energéticos.

Existen actualmente tres grandes bloques de tecnologías destinadas a la obtención de energía de la biomasa: combustión directa, gasificación y pirólisis al vacío, esta última todavía en desarrollo. La potencia habitual para una central de biomasa de cierta entidad está comprendida entre los 10 y 20 MW, siendo el rendimiento del orden del 20-30%.



Cultivo de paulownia

La principal ventaja medioambiental que aporta este tipo de centrales es que, a pesar de ser una fuente de energía renovable basada en combustión, el balance global en las emisiones de CO<sub>2</sub> es nulo, ya que sólo se devuelve a la atmósfera el gas previamente metabolizado por la fuente combustible durante su desarrollo. Por otra parte, uno de los mayores problemas que plantean es el aseguramiento del suministro constante de la materia prima. Una posible solución a esta dificultad podría pasar por la utilización de cultivos energéticos.

### 3.3. Centrales solares

Las centrales solares se encargan de convertir la energía del sol en energía eléctrica. Para realizar esta función se utilizan fundamentalmente dos tecnologías: centrales fotovoltaicas y centrales termosolares.

Las centrales fotovoltaicas basan su funcionamiento en el uso de células solares que convierten de forma directa la radiación solar en energía eléctrica. Actualmente, la energía de origen fotovoltaico, con instalaciones de una potencia máxima del orden de algunos megavatios, se utilizan eminentemente para cubrir pequeños consumos térmicos o eléctricos.

Por su parte, las centrales termosolares agrupan un conjunto de tecnologías que se caracterizan por concentrar la radiación solar, con el fin de calentar un fluido que, al evaporarse, se expansionan en una turbina de vapor. Las tecnologías más usuales son la alta temperatura (receptor central) o la de media temperatura (espejos cilindro-parabólicos).



Al igual que en los parques eólicos, el único inconveniente que se percibe en este sistema de generación es su escasa disponibilidad, en el entorno de las 2.600 h/año.



### **3.4. Centrales hidroeléctricas**

Las centrales hidroeléctricas basan su funcionamiento en la conversión de la energía potencial del agua almacenada en un embalse, primero en energía mecánica y finalmente en energía eléctrica. En nuestro país, los grandes saltos pertenecen al régimen ordinario de generación, mientras que los de menos de 50 MW pertenecen al régimen especial.

Una variante a los saltos hidráulicos puros son los bombeos reversibles asociados a consumos, de forma que se facilite el traslado de la demanda eléctrica del conjunto (bombeo reversible + consumo) a las horas del día más económicas (horas valle). De esta forma, bombeando agua al embalse superior en horas nocturnas y turbinando en horas diurnas, el conjunto sólo precisaría suministro energético de la red durante las horas nocturnas, precisamente las más económicas. Como contrapartida, además del importante coste de instalación del bombeo, cabe indicar que debido a los rendimientos de los diferentes elementos de la cadena (conducciones, bombas, turbinas, motores, alternadores, transformadores), el conjunto absorbería más energía de la red que si actuara únicamente el consumo.

Como caso particular, aprovechando las sinergias que pudieran establecerse con las instalaciones de desalación, una opción a estudiar pudiera ser la instalación de bombeos reversibles que utilicen agua de mar.

### **3.5. Energías renovables. Situación**

Durante los últimos años estamos asistiendo en nuestro país a un importante auge en el desarrollo de las energías de origen renovable debido, entre otros, a una mayor concienciación social sobre los efectos medioambientales de los combustibles fósiles, a la imparable escalada del precio del petróleo y sus derivados y al sostenido impulso en su desarrollo liderado por todas las Administraciones.

Sobre este último aspecto, el Real Decreto 436/2004, en el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico

de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial establece, entre otros, las bonificaciones vigentes para promocionar la generación mediante las diferentes tecnologías actualmente en proceso de desarrollo e implantación. Estas bonificaciones, limitadas a instalaciones de hasta 50 MW de potencia, permiten estimular la inversión privada en estas tecnologías mediante la concesión de primas e incentivos sobre el precio de venta de la energía en el régimen ordinario.

Por otra parte, el Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010, aprobado en agosto de 2005, prevé una inversión global de más de 23.000 millones de euros en el periodo de referencia, con el objeto de lograr que el 30,3% del consumo bruto de electricidad en 2010 proceda de fuentes renovables.

Según el escenario previsto por el PER, la energía eólica aumentará la potencia instalada hasta los 20.155 MW y prevé un incremento de la producción, hasta alcanzar un total de 45.500 GWh. La biomasa, por su parte, alcanzará una producción de 14.000 GWh, (1.700 MW adicionales) mientras que las centrales de generación solar termoeléctrica aumentarán su producción hasta los 1.300 GWh (500 MW). Por último, la energía hidráulica crecerá en unos 800 MW, incluyendo minicentrales y centrales de hasta 50 MW.



#### **4. ENERGÍA RENOVABLE PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO A LAS DESALADORAS**

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente planteado, cabe hacerse la pregunta ¿Es posible alimentar a las instalaciones de desalación del programa A.G.U.A. mediante centrales de generación basadas en energías renovables? La primera aproximación parece poco positiva, ya que el carácter continuo del funcionamiento de las instalaciones parece contrapuesto con la operación discontinua de este tipo de centrales. Es decir, que salvo casos específicos como las centrales de biomasa, no sería posible la operación continua de las instalaciones de desalación mediante conexiones directas con centrales de generación de origen renovable.

No obstante, analizando el planteamiento de un modo global, parece bastante evidente que, utilizando las redes de transporte y distribución del sistema eléctrico nacional como nexo de unión entre todas las instalaciones, sería viable un esquema mediante el cual diferentes centrales eléctricas de distinta tecnología (eólica, solar, hidráulica, biomasa) distribuidas por el territorio nacional den servicio eléctrico, de forma indirecta, a las desaladoras.

Bajo esta filosofía, y con el fin de cancelar el impacto medioambiental de la actuación en cuanto a emisiones de gases contaminantes, la actuación en su conjunto requeriría la implicación de un número de parques de generación cuya energía total producida sea idéntica a la necesaria para permitir el funcionamiento de las instalaciones de desalación. De esta forma, aunque el suministro real a las desaladoras se realice en cada momento desde el mix del parque de generación nacional, las centrales de energía renovable verterían al sistema la misma energía durante un periodo dado (por ejemplo, anual), por lo que el balance neto en las emisiones de CO<sub>2</sub> debido al suministro a las instalaciones de desalación sería nulo.

Por otro lado, con objeto de no afectar al parque de generación actualmente existente y de mejorar la situación de nuestro país en cuanto a la producción de energías “verdes”, ACUAMED se plantea la ejecución de instalaciones de energía renovable de nueva creación, para lo cual, teniendo en cuenta los horizontes indicados en el PER, se deben buscar mecanismos que permitan involucrar a la iniciativa privada en el marco de estas actuaciones de interés nacional.

Por último, con el propósito de optimizar el precio de compra de la energía, y con ello el del agua desalada, deben plantearse esquemas mediante los que la modulación en la utilización de la energía racionalicen su precio medio de compra. Bajo este esquema, y comprendido dentro de la propuesta de utilización de energías renovables, el empleo de nuevas centrales de bombeo reversibles que utilicen agua de mar en su operación pudiera ser una interesante opción a desarrollar.