

Se estima que alrededor de 1.400 millones de seres humanos no disponen de agua apta para el consumo. Sin embargo, ya existe una solución para este problema pero su costo es prohibitivo salvo si se empleara la energía nuclear.

DESALACIÓN NUCLEAR

Hycham Basta

En el contexto de las graves tensiones en Oriente Medio se hace sentir la necesidad del desarrollo económico de la región sobre todo en lo que se refiere a la falta de agua. El economista americano **Lyndon LaRouche**, que en 1974 concibió el *Plan Oasis*, declaró en 1990: *"La producción de un recurso tan precioso como el agua a partir de reactores nucleares de alta temperatura, como fuente energética, es esencial para esta región. Esto podría formar parte de un programa para hacer reverdecer el Oriente Medio [...]"*

La Conferencia internacional sobre desalación nuclear del agua de mar, que se desarrolló en Marrakech en octubre de 2002 en presencia de especialistas de 35 países, ha constituido un paso decisivo para instaurar este plan. Este encuentro internacional de tres días fue organizado por la **Asociación de Ingenieros Atómicos de Marruecos** en colaboración con la Agencia Internacional para la Energía Atómica (**AIEA**), el Consejo Mundial del Agua (**CME**) y el Consejo Mundial de Trabajadores de la Energía Nuclear (**WO-NUC**). Industriales, ingenieros e investigadores presentaron trabajos relacionados principalmente sobre la posible aportación de la energía nuclear en la desalación del agua del mar. Varios participantes estimaron que la desalación por medios nucleares es una opción realista y viable dada la gravedad de la situación mundial en este ámbito. La desalación constituye una solu-

ción *"tanto para el presente como para el porvenir de la Humanidad"*, señaló el presidente de la **AIGAM**, Sr. **Mekki-Berrada**, añadiendo que *"lo nuclear constituye una solución barata, no contaminante y accesible para todos"*.

¿Por qué nuclear?

La desalación nuclear parece realmente ser la solución para asegurar el Desarrollo Sostenible de los países pobres. El secretario de Estado marroquí encargado de la investigación científica ha denotado el reparto desigual de los recursos de agua en el mundo y descrito la política de *"vigilancia y anticipación"* seguida por su país en ese ámbito.

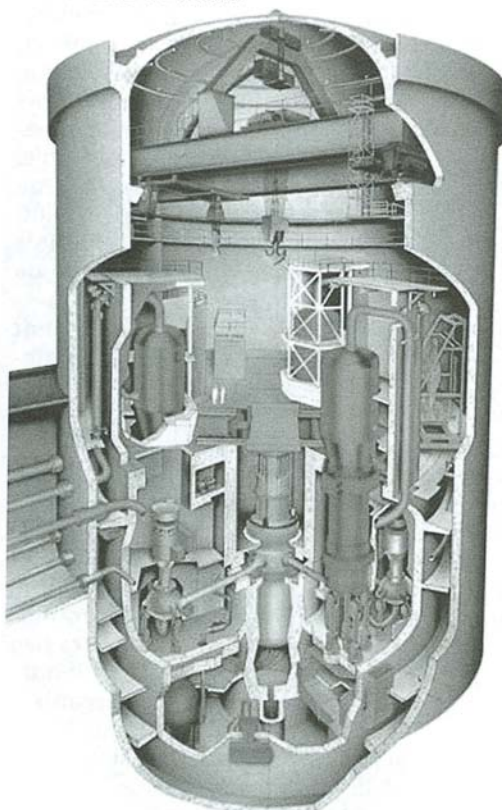
Aunque los recursos de agua del planeta sean gigantescos (su volumen estimado es de 1.300 millones de km³), están desigualmente distribuidos. Los océanos representan el 97,41% de estas reservas, mientras que el resto se reparte principalmente entre glaciares y lluvias. Sólo el 0,4 % de los recursos mundiales del agua dulce es accesible (135.000 km³). La propia agua dulce natural está desigualmente repartida en el mundo ya que menos de diez países (Brasil, Rusia, China, Canadá, etc.) se reparten el 60 % de este *maná*.

Frente a estos recursos limitados, la demanda no cesa de crecer debido al desarrollo económico y social, la mejora del nivel de vida y el crecimiento demográfico. Como consecuencia de esta escasez de agua potable, cientos de miles de mujeres y niños están condenados a una búsqueda cotidiana de agua estimándose que unos 1.400 millones de seres humanos no disponen del agua apropiada para el consumo. Esta escasez representa un límite real a la producción de alimentos reduciendo a la pobreza a las poblaciones de las regiones áridas y, por tanto, al subdesarrollo.

Sin embargo, existe una solución para estos problemas: la desalación del agua de mar que ha llegado a la madurez industrial y no presenta ninguna dificultad técnica. Los dos procedimientos más usados son la **destilación** y la **ósmosis inversa**.

La primera consiste en evaporar el agua de mar utilizando

Le PBMR d'Eskom.



el calor de los rayos solares o el calentamiento en una caldera. Únicamente se evaporan las moléculas de agua, mientras que las sales disueltas, así como el resto de sustancias no volátiles contenidas en el agua, quedan en la salmuera concentrada. Basta condensar el vapor de agua obtenido para suministrar agua dulce consumible.

La ósmosis inversa necesita un tratamiento previo del agua de mar (filtrado y desinfectado) para eliminar los elementos en suspensión y los microorganismos. El procedimiento consiste en aplicar al agua salada una presión suficiente para hacerla pasar a través de una membrana semipermeable. Sólo las moléculas de agua atraviesan la membrana suministrando así agua dulce potable.

El inconveniente mayor de estos sistemas es su coste en términos de energía. **Las instalaciones son poco rentables, pues las cantidades de energía necesarias para el calentamiento o la compresión del agua son demasiado elevadas, y los volúmenes producidos, demasiado pequeños.**

La utilización de esta técnica de producción de agua potable sigue siendo marginal y únicamente algunos países que disponen de pocos recursos de agua dulce y que son suficientemente ricos, como Kuwait o Arabia Saudita, utilizan la desalación del agua de mar para el consumo humano. La capacidad mundial de desalación es actualmente del orden de 30.000 millones de m³/día, con 10.000 instalaciones de las que la mitad se sitúa en Oriente Medio. Incluso con la tendencia a la baja de los precios, éstos continúan siendo prohibitivos ya que necesitan una inversión tres o cuatro veces más elevada que la derivada del aprovisionamiento de las fuentes naturales. Por ejemplo, los Países del Golfo han gastado más de 100.000 millones de dólares en la construcción y mantenimiento de instalaciones de desalación y en Libia se cultiva trigo a ocho veces el costo del mercado mundial.

Para prevenir conflictos y evitar la escalada de algunos actuales, como el palestino-israelí, deberán contemplarse soluciones menos onerosas para luchar contra el despilfarro y en particular para la irrigación o el reciclaje de aguas residuales.

La energía nuclear parece ser una buena alternativa a los elevados costos relacionados con la desalación tradicional. Los éxitos históricos de las experiencias de desalación nuclear desarrolladas en Kazakstán y en Japón (que la prensa oficial no propala) han probado la factibilidad técnica de la desalación nuclear del agua de mar.

El BN-350, reactor de neutrones rápidos situado en Aktau (Kazakstán), produce cerca de 135 MW de electricidad y 80.000 m³ de agua potable por día desde hace 27 años. El 60 % de la energía producida se emplea para desalar el agua de mar. En Japón, unas diez estaciones de desalación acopladas a reactores de agua a presión (PWR) previstos para generar electricidad han permitido la producción de 1.000 a 3.000 m³ de agua potable por día. El Programa de identificación y demostración de las opciones de desalación nuclear de la AIEA, así como el Simposio Internacional sobre desalación nuclear del agua de mar desarrollado en Corea del Sur en 1997, han supuesto un fuerte impulso a los programas nacionales e interregionales para la desalinización nuclear. Paralelamente, la AIEA organizó, en 2001 en El Cairo, un Seminario sobre el gran potencial de los pequeños y medianos reactores nucleares para la cogeneración de electricidad y agua potable. La Conferencia Internacional de Marrakech, ya mencionada, confirmó sus grandes posibilidades.

El obstáculo real a la desalación nuclear son los comportamientos sociales extremos que se oponen categóricamente a todo proyecto basado en lo nuclear. Aunque existen limitaciones financieras, la desalación nuclear encuentra una gran oposición socio-política. Como con-

secuencia de la sospecha de las peores maquinaciones, según cree un público ampliamente manipulado por asociaciones antinucleares, los industriales están poco inclinados a proponer la utilización de la energía nuclear. Las organizaciones internacionales como la AIEA, el WWC, el WONUC o AIGAM, que parecen gozar de cierta credibilidad pública, son el cuadro apropiado para resolver el problema de la falta de agua dulce.

La solución del PBMR

Si la opinión pública (sobre todo después de la catástrofe de Chernobil) continúa bastante escéptica respecto al empleo de lo nuclear en la producción de energía (electricidad, calor, etc.), hay que señalar que se está a punto de desarrollar un nuevo concepto nuclear en África del Sur: se trata del PBMR (*Pebbel Bed Modular Reactor*), un reactor de lecho de bolas. Anticipándose a un alza de la demanda energética al principio del siglo XXI, así como un descenso de su capacidad de producir energía barata, la Sociedad sudafricana Eskom decidió en 1993 lanzarse a la investigación para poner a punto una nueva generación de reactores nucleares de alta temperatura. La tecnología de este tipo de reactores fue desarrollada por primera vez en Alemania a mediados de los años 80. En 1996, Eskom compró una licencia para la construcción de un reactor de ese tipo y mejoró seguidamente muchos de sus elementos.

Con motivo de la *Conferencia de Marrakech*, David Nicholls, presidente director general de PBMR, Ltd., señaló que, aunque la desalación sea un objetivo secundario en la concepción de partida del PBMR, las conversaciones con varios clientes potenciales habían conducido a evaluar las cualidades del PBMR para la desalación: "Esta evaluación ha sido muy positiva. El tamaño (400 MW térmicos y 165 MW eléctricos) y su ciclo Brayton, hacen del PBMR un buen producto para la desalación." Según él, acoplar al PBMR una instalación de ósmosis inversa no demanda circuitos adicionales. Estima que el proce-

so de desalación exigiría, en términos energéticos, alrededor de 13,8 MW de los 165 MW producidos en total, y que una instalación tal produciría unos 77.760 m³ de agua por día. Añadió que el costo total anual de mantenimiento (incluyendo las sustituciones de membranas para la ósmosis inversa) no excederían el 2,25 % del costo de capital.

Una unidad PBMR comprende dos elementos esenciales: El reactor, donde la energía térmica se genera a partir de una reacción nuclear, y la unidad de conversión energética, donde la energía térmica se convierte en trabajo mecánico y después en energía eléctrica mediante un ciclo termodinámico y un generador.

El reactor de PBMR consiste en un gigantesco tubo cilíndrico en acero de 6 m de diámetro y 20 m de altura. El sistema de refrigeración es a base de helio; un vástago cilíndrico de grafito ocupa el eje central del tubo, sirviendo de moderador para las reacciones en cadena. El núcleo del reactor, de 3,7 m de diámetro y 9 m de altura, está situado en el mismo interior de esta barra de grafito. La parte interna del núcleo contiene unas 185.000 esferas de grafito y la parte externa, cerca de 370.000 esferas de combustible. Cada esfera de combustible (cuya apariencia externa es la de una bola de billar) consiste en una base de uranio enriquecido al 8 % de U 235 rodeado de carbono (o grafito). El helio gaseoso se filtra a través del vástago central y refrigera el núcleo del reactor.

La segunda parte del PBMR está compuesta de la unidad de conversión energética: el helio, que sirve para la recuperación de la energía calorífica del núcleo del reactor, sufre una compresión en el curso del ciclo termodinámico (ciclo de **Brayton**).

Podemos hacernos esta pregunta: ¿Por qué utilizar esta nueva línea de reactores de alta temperatura cuando ya existen centrales nucleares clásicas cuya explotación es tan bien conocida?

El PBMR es el representante de una nueva generación de reactores avanzados. En relación con las centrales clásicas, los reactores de alta temperatura presentan enormes ventajas para los países en vías de desarrollo:

- Una seguridad pasiva gracias al sistema de lecho de bolas: el helio es un gas refrigerante muy estable y químicamente inerte; el grafito utilizado para las esferas de combustible se mantiene estable hasta 2.800 °C, lo que permite conservar la configuración original de los elementos combustibles durante toda la reacción en cadena y, en consecuencia, evitar la fusión del núcleo del reactor. Además, gracias a la envoltura de carbono de las partículas de combustible que permiten aislar la emisión radioactiva, el almacenaje de los residuos radiactivos es más fácil que en los reactores de agua presurizada y se realiza in situ.

- La no proliferación de materiales utilizables para la fabricación de bombas atómicas (extrayendo plutonio de los residuos, por ejemplo). Esto debería animar a una mayor adhesión del público para la utilización de la energía nuclear en los países en desarrollo.

- Un plazo de construcción corto (dos años), mientras que una central térmica, hidroeléctrica o nuclear exige al menos ocho años, con el riesgo de engendrar una sobrecapacidad.

- Gran flexibilidad y facilidad de explotación. El concepto modular permite la fabricación en serie y la adición de nuevos módulos a la unidad inicial a fin de ajustar la oferta a la demanda de energía en un plazo de tiempo corto. Esto es importante sobre todo cuando existen picos de demanda de electricidad en períodos de gran frío.

- El PBMR permite generar gratuitamente un superávit de energía térmica, que puede utilizarse para alimentar estaciones de desalación de agua marina.

- El PBMR es relativamente más barato de construir en comparación con otros generadores de energía: unos 1.300 millones de dólares por MW, mientras que una central térmica cuesta 900.000 dólares por MW en África del Sur. Esta diferencia sustancial se atenúa a largo plazo debido a los costos de extracción y transporte del carbón.

- Por último, la utilización del PBMR, en comparación con las centrales térmicas de carbón, contribuye a la reducción del efecto invernadero.



Módulo de membrana de ósmosis inversa utilizado para la desalación de agua

Además del acuerdo de los accionistas, la continuidad del proyecto de construcción de un módulo de demostración está sujeta a una serie de controles por parte del Gobierno sufragano, la conclusión del proceso de estimación de impacto ambiental y la licencia de construcción por parte del **National Nuclear Regulator**. ■

(De Fusion)