

Plantas desalinizadoras:

EL MAR COMO FUENTE DE AGUA POTABLE

El desarrollo de las ciudades y de la vida de sus habitantes está sujeto a condiciones que la hagan posible. Una de estas condiciones es la disponibilidad de agua potable que satisfaga las necesidades humanas. Sin embargo, el crecimiento vegetativo y el cambio climático han creado un panorama en el que las fuentes de agua ya no cubren las necesidades de muchas ciudades alrededor del mundo y esta realidad se expande año tras año. Una posible solución, que desde hace décadas han adoptado países como los Emiratos Árabes Unidos, Argelia, España, Australia y Chile, es la implementación de plantas desalinizadoras, a través de las cuales se transforma el agua de mar en agua potable y que, aunque con algunas limitaciones, pueden paliar de manera rápida las necesidades de cualquier país que lo requiera.



De acuerdo a informes de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 1,800 millones de personas habitarán en países o regiones con escasez absoluta de agua, y dos tercios de la población mundial podrían vivir en condiciones de tensión hídrica para el año 2025. Ante estas proyecciones países y entidades pri-

vadas se encuentran investigando tecnologías para la obtención de agua potable a partir de agua de mar mediante un proceso llamado desalinización, con el que se consigue reducir la presencia de sólidos disueltos en el agua de mar, entre los que se encuentra la sal. Las sales disueltas en los mares del mundo fluctúan entre 25,000 partes por millón (ppm) y

45,000 ppm; cifras que se reducen a menos de 1,000 ppm mediante la desalinización.

Algunos países como los Emiratos Árabes, con una creciente necesidad de agua potable, optaron por este sistema durante los años sesenta, cuando construyeron plantas desalinizadoras térmicas aprovechando el calor excedente de la ex-

plotación del petróleo. En esta misma década el desarrollo de la tecnología permitió la construcción de plantas desalinizadoras comerciales con una producción de hasta 8,000 m³ diarios en varios países del mundo, entre los que se encuentran España y Estados Unidos.

Estas primeras plantas desalinizaban el agua de mar a través de procesos

1, 2, 3, 4: Plantas desalinizadoras térmicas en los Emiratos Árabes Unidos y Algeria.



de evaporación, los que demandaban ingentes cantidades de energía haciendo sus operaciones costosas. Las investigaciones en nuevas técnicas avanzaron y se desarrollaron los métodos de desalinización por membranas que fueron usados durante los setenta. En las siguientes décadas los avances tecnológicos redujeron los costos de la desalinización haciéndola más rentable y comercializable.

VARIANTES. Debemos empezar por señalar que la «desalinización» es la reducción de la presencia de sales disueltas específicamente en agua de mar, mientras que la «desalación» es la reducción de la concentración de sales en un solvente.

Los sistemas de desalinización pueden dividirse en dos tipos: Los que extraen el agua de la solución salina (agua de mar) y los que extraen la sal del agua. Asimismo, los procesos pueden clasificarse de acuerdo al tipo de energía que usan como la mecánica, nuclear, eléctrica, térmica o mixtas cuando usan dos o más de estas.

Uno de los procesos es el de desalinización por Efecto Flash, que consiste en evaporar el agua. Como el vapor no contiene sales luego es condensado en tubos. Este es el proceso de desalinización por evaporación más usado en el mundo y se ha implementado masivamente en Oriente Medio en donde este proceso es muy útil cuando el agua bruta (materia prima) no es de buena calidad por su alta salinidad, su temperatura o contaminación.

Este proceso, además, es sencillo de acoplar en plantas que tienen calor excedente (refinerías de petróleo o generadoras de electricidad por quema de combustible) para formar sistemas de cogeneración y permite una gran variabilidad de rangos de operación en ambas plantas. A pesar de sus ventajas, entre las que se cuenta la alta productividad, requiere de una gran cantidad de energía y tiene un alto costo de operación.

Otro de los sistemas es la destilación por Múltiple Efecto, un sistema de

evaporación en varias etapas con intercambiadores térmicos que aprovechan el calor de la etapa anterior. Tienen una producción de agua desalinizada menor que las plantas Flash.

Similares a las plantas por Múltiple Efecto son las de Compresión Térmica de Vapor (CTV), pero estas toman el vapor residual de las plantas eléctricas para comprimirlo y aplicar calor nuevamente. Este sistema solo puede ser usado si existe una planta eléctrica cercana para alimentarlo.

En zonas muy áridas uno de los métodos más eficientes es la destilación por energía solar. Tiene un costo energético nulo y requiere de una escasa inversión inicial, pero su rentabilidad es muy baja. Solo produce unos litros por metro cuadrado de colector solar en condiciones climatológicas favorables. El sistema consta en depósitos de agua cubiertos por vidrio en posición diagonal. El agua evaporada se condensa en la cara inferior del vidrio para caer en un canal.

A diferencia de lo anterior, el proceso de desalinización por Constelación, baja la temperatura del agua bruta hasta congelarla para luego retirar los cristales de agua pura para fundirlos y obtener agua dulce. Este proceso, a pesar de parecer sencillo, es de difícil implementación a nivel industrial por el aislamiento térmico y los mecanismos para la separación de los cristales.

OSMOSIS INVERSA. Este proceso es el más desarrollado y usado en los últimos años en la instalación de nuevas plantas desalinizadoras a gran escala. Consta básicamente de la presurización del agua sobre capas de membranas semipermeables contenidas en cartuchos tubulares (membrana osmótica), lo que resulta en una reducción de la concentración de sales.

El agua de mar es captada por una toma a cierta distancia de la costa para ser transportada y presurizada por bombas de alimentación al sistema de desalinización, a la vez que se in-

yectan suplementos químicos por bombas dosificadoras para favorecer la aglomeración de las partículas en suspensión. Así el agua pasa por cuatro tipos de filtros de pretratamiento que no permiten el paso de partículas con diámetros superiores a las 4 micras. En años recientes se ha desarrollado un sistema de pretratamiento llamado ultrafiltración que consta en el filtrado por membranas del agua de mar estandarizando su calidad antes de ingresar al proceso de ósmosis inversa.

Retiradas las partículas diatomeas y las microalgas el agua de mar pasa a la ósmosis inversa propiamente dicha. Esta consta de una serie de bastidores de filtros en cartuchos tubulares por los que el agua pasa a alta presión. Aproximadamente el agua desalinizada es el 45% del agua de mar que ingresa al sistema.

En esta etapa es donde se utiliza una gran cantidad de energía eléctrica para alimentar a las bombas de alta presión. Es también la etapa que más costos de operación genera. Para reducir

el uso de energía, la presión del agua tratada puede ser aprovechada por intercambiadores de presión que trasladan la presión del agua desalinizada al agua de mar que ingresa al sistema.

El agua producida por el sistema no puede ser entregada a la red sin antes ser tratada, ya que tiene un pH ácido y un bajo contenido de carbonatos, lo que la hace altamente corrosiva. Esto se contrarresta con la adición de algunos químicos y el paso por filtros especiales hasta alcanzar los estándares del agua potable.

Tan importante como la construcción de la planta es la instalación de las redes de distribución. Esta puede transportar el agua desalinizada hasta reservorios o directamente a la red pública dependiendo de las necesidades de la población a abastecer. Esta etapa de construcción influirá en los montos de inversión inicial y los costos operativos por procesos de bombeo; además repercutirá en las tarifas finales por metro cúbico de agua desalinizada.

El proceso de desalinización por ósmosis inversa se ha impuesto a los otros por sus costos estandarizados de operación y su adaptabilidad a ampliaciones. El gerente general de la empresa especializada en sistemas de tratamiento de agua Unitek Perú S.A., Carlos Carreras, explica que este sistema tiene ventajas que la hacen una tecnología confiable, pero deben observarse las condiciones técnicas y económicas que las hagan viables.

«La viabilidad técnica y económica de la implementación de una planta desalinizadora por ósmosis inversa depende mucho de la capacidad de transportar el agua. Hoy en día las limitaciones ya no están en la propia tecnología de desalinización sino en el transporte del agua por razones de costo operativo. La distancia y altura de bombeo es un elemento clave. Si la ciudad o el centro poblado está cerca de la planta y a una cota relativamente baja es completamente viable, pero si la unidad de destino está muy lejos de la costa y a una cota elevada

es costoso instalar el ducto, las estaciones de bombeo y otros componentes», explica el especialista.

SITUACIÓN INTERNACIONAL. De acuerdo a la edición 2008-2009 del Desalination Yearbook, publicación de la Asociación Internacional de Desalación (IDA), la capacidad mundial contratada prevista de desalinización creció 43% en el 2007, lo que representa una producción diaria de 6.8 millones de metros cúbicos diarios (m³/d), cifra superior a los 4.7 millones de m³/d registrados en el 2006. La diferencia de 2.1 millones de m³/día es suficiente para proveer de agua potable a 50 millones de personas. Asimismo, IDA reportó, en el 2008, que la tendencia de crecimiento se mantenía al observar un incremento de la capacidad contratada de 39% en los primeros seis meses del 2008. Se estima que para el 2025 la producción contratada global será de 150 millones de m³/d.

Cabe señalar que de la producción total, el 59% de las plantas desalini-

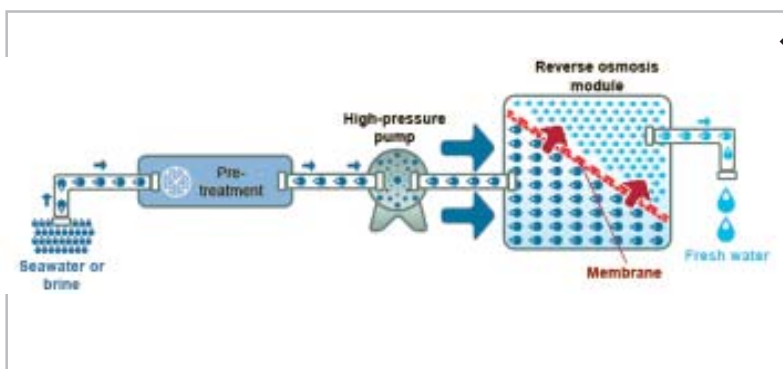
5, 6, 7: Planta desalinizadora de Osmosis Inversa. 8: Planta desalinizadora por evaporación Flash



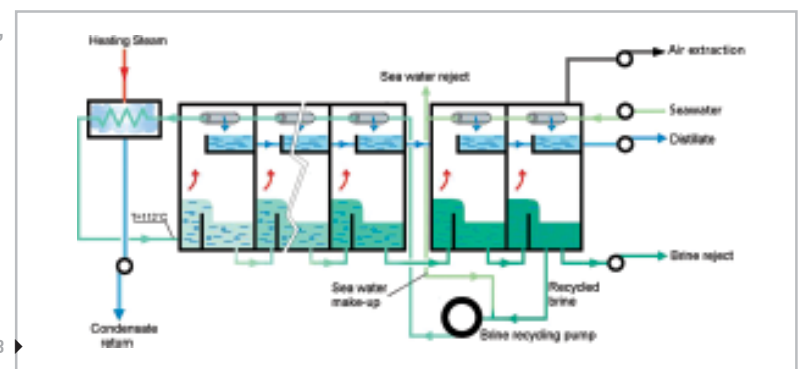
5



6



7



8

zadoras usan el proceso de ósmosis inversa, el 27% la evaporación multi-etapa, 9% la evaporación multi-efecto y 5% otras tecnologías. Consecuentemente, con el incremento de la producción se incrementó el número de plantas desalinizadoras contratadas a nivel mundial. El total global, hasta junio del 2008 era de 13,869 plantas.

Los países que más emplean las tecnologías de la desalinización para obtener agua potable son Arabia Saudita con el 25% del total global, seguida por Estados Unidos con el 12%.

Recientemente en Israel se inauguró una de las mayores plantas desalinizadoras del mundo, capaz de proveer casi el 20% de la demanda de agua potable de ese país mediante el proceso de ósmosis inversa. La planta, ubicada en la ciudad de Hadera, producirá 127 millones de metros cúbicos de agua al año. En los próximos años las autoridades israelíes planean construir dos plantas desalinizadoras más debido al déficit de agua potable en el país.



«La viabilidad técnica y económica de la implementación de una planta desalinizadora por ósmosis inversa depende mucho de la capacidad de transportar el agua. Hoy en día las limitaciones ya no están en la propia tecnología de desalinización sino en el transporte del agua por razones de costo operativo», afirma el gerente general de Unitek Perú S.A., Carlos Carreras.

Además, los últimos años de sequía han obligado a los gobernantes israelíes a invertir casi un 5% de su Producto Bruto Interno (PBI) en investigación y desarrollo de la tecnología de la desalinización.

En América Latina algunos países cuentan con plantas desalinizadoras. Por ejemplo, en México existen aproximadamente 300 plantas, la mayoría de ellas muy pequeñas. Por su parte, Chile cuenta con una desalinizadora en Arica desde 1998 y algunas plantas en Antofagasta operadas por empresas mineras.

DESALINIZACIÓN EN EL PERÚ. Actualmente el país cuenta con algunas plantas desalinizadoras de menor envergadura para el consumo humano, proyectos agrícolas y hasta para la actividad minera. Este es el caso de la Minera Milpo, propietaria de una planta de ósmosis inversa implementada en el 2007 en la playa Jahuai, provincia de Chincha, en la región Ica. Puede procesar 90 litros por segundo (l/s), a un costo de US\$ 2.4/m³.

No obstante, la planta más grande del país es de propiedad de la mina de fosfatos Bayóvar (Piura) que normalmente produce 204.3 m³/h de agua desalinizada. Otro proyecto minero que prevé el uso de agua de mar en sus procesos es el de Tía María, en Arequipa. Hasta el momento existen 17 empresas interesadas en la construcción de esta planta.

Paralelamente existen plantas desalinizadoras para fines agrícolas. Carlos Carreras explica que su representada ha instalado esta tecnología en varias regiones del país. «Tenemos plantas desalinizadoras para agricultura en el Valle de Virú, en Trujillo; en Lambayeque y en la zona de Majes (Arequipa). Esta tecnología ya tiene instalaciones concretas viabilizando proyectos agroexportadores con tecnologías de riego por goteo», refiere el gerente general de Unitek Perú.

ALTERNATIVA PARA LIMA SUR. Este tipo de solución puede convertirse en una alternativa para las zonas menos atendidas por los servicios de agua potable en la capital,



9,10, 11, 12,13: Construcción de zanjas para tuberías y losa en una planta desalinizadora por Ósmosis Inversa en el estado de la Florida, Estados Unidos. Construcción de muros que contendrán tuberías de alta presión. Instalaciones eléctricas para edificio con losa bajo nivel de la rasante. Construcción de estación de bombeo de concentrados. Instalación de la tubería de 16 pulgadas para descarga de concentrados. Instalación de tuberías de 30 pulgadas para captación de agua de mar.



14



15

16



14, 15, 16: Instalación de bastidores con filtros de membranas semipermeables. Nueva planta de Hedera, (Israel) suministrará 127 millones de metros cúbicos de agua desalinizada, lo suficiente para abastecer al 20% de la población de Israel.

por ejemplo, los distritos del sur como Punta Negra, San Bartolo, Lurín, Punta Hermosa y Pucusana con una población estimada en 350,000 personas.

Al respecto, la empresa británica especializada en tratamiento de aguas, Biwater, presentó el proyecto para la implementación de una planta desalinizadora que se ubicaría en Santa María llamada Aguas de Lima Sur II, el mismo que ha sido uno de los proyectos priorizados por los decretos de urgencia 001-2011 y 002-2011 para ser concesionados durante este año. Este proyecto, que requerirá de una inversión estimada en US\$ 154.6 millones, proveerá a los distritos de Lima Sur de 100,000 m³/día de agua desalinizada potabilizada con una operación mínima anual de 96.2%.

Para el especialista Carlos Carreras este proyecto no enfrentaría mayores dificultades técnicas. «En la zona de Chilca, Santa María o Pucusana el mar ofrece las condiciones para la captación abierta, lo cual es fundamental para la vida útil de una planta desalinizadora y para sus costos operativos». Sin embargo los problemas podrían presentarse en otro frente siempre controversial, el de las tarifas. Estas son sensiblemente mayores que las que cobra el Servicio de Agua Potable y de Alcantarillado de Lima (Sedapal) a los clientes de sus redes.

«El tema de las tarifas es complejo. En Lima los afortunados que tenemos

agua en nuestras casas pagamos muy poco por el agua, sin embargo, vivimos en un desierto. Mientras tanto nuestros vecinos de algunos distritos de Lima pagan altísimos precios por el agua en cilindro o camión. Quiero decir que las tarifas deben subir porque no es sostenible pagar un recibo de agua de 20, 30 ó 40 soles en sectores socioeconómicos A, B, C y D. Por otro lado, no hay agua más cara que la que no se tiene. A partir de los costos de la desalinización internacionalmente se acepta una tarifa entre 73 centavos de dólar y 1.2 dólares, pero estas tarifas son mucho menores que otras. El agua en camión puede llegar a costar 20 soles por metro cúbico, es decir casi 7 dólares. Para personas que dependen de este servicio tarifas de 1 ó 2 dólares por metro cúbico son una solución», subraya Carreras.

Este proyecto no sería el único que se desarrollaría en un futuro cercano. El presidente del directorio de Biwater, Adrian White, durante su paso por Lima, expresó ante el presidente de la República, Alan García, el interés de su empresa en el desarrollo del proyecto de Optimización Lima Norte que contemplaría la instalación de una segunda planta desalinizadora. Para ello presentó una iniciativa a Sedapal. Por su parte, los directores de la firma surcoreana Doosan Heavy también expresaron su interés en la instalación de una planta en Ancón.

POTENCIAL EN EL PERÚ. Las corporaciones extranjeras ya están vien-

do en el estrés hídrico peruano una oportunidad para la inversión que bien podría ser una solución rápida y efectiva aunque no tan económica en un primer momento para los usuarios finales. Adrian White, de Biwater, ya mostró su interés por desarrollar proyectos no solo en Lima, sino en Arequipa y Piura. Esto coincide con las declaraciones del presidente Alan García, quien manifestó que los proyectos de desalinización para el consumo humano son un objetivo nacional.

Si bien el litoral peruano presenta las condiciones adecuadas, el desarrollo de la tecnología de la desalinización, en el caso peruano, depende más de las poblaciones o las demandas a atender, que las facilidades técnicas de instalar una planta.

Más realista, Carlos Carreras advierte que la desalinización no es la solución para todos los casos de escasez de agua o estrés hídrico. «Las fuentes de agua están decayendo y las soluciones pasan por grandes obras de captación y represamiento con muchos años de desarrollo e ingeniería, pero qué hacemos mientras tanto. Perdemos oportunidades. Entonces hay que solucionar el estrés hídrico este año, el que viene y el subsiguiente, y ahí es donde encaja muy bien la tecnología de la desalinización. Hay que examinar cada caso porque una de las principales limitaciones son los costos operativos del transporte y eso depende de la ubicación de los poblados a atender. No todos los casos son económicamente viables».

¿CONTAMINACIÓN? Uno de los cuestionamientos a los procesos de desalinización planteados por organizaciones ambientalistas es la disposición del agua residual con altas concentraciones de sal llamada salmuera.

Al respecto, Carlos Carreras asegura que esta se devuelve sin peligro al mar. «Se cree que contamina pero no es así. Lo que hace la ósmosis es un cambio de concentraciones. Una planta puede devolver la mitad del agua captada del mar con una mayor concentración de sal. Esta se inyecta al mar mediante un emisor a distancias adecuadas y con el tipo apropiado de difusor para cada caso, entonces se da un proceso ósmosis directa. Si mido la salinidad a 5 ó 10 metros de la descarga encontramos que es ligeramente mayor a lo normal porque la cantidad de agua que se vierte es muy pequeña en comparación con la masa de agua en la que se inyecta», explica el representante de la empresa especializada.

Si bien la tecnología de la desalinización puede requerir condiciones específicas para su aplicación, puede convertirse en una solución para abastecer regiones como Ica, que recientemente se declaró en emergencia hídrica, siempre y cuando preserve el medio ambiente especialmente en zonas sensibles a la intervención humana. Los poblados, la agricultura y del desarrollo del país necesitan acciones inmediatas y sostenibles. ◀