



Desaladora Almería

AVANCES TÉCNICOS EN LA DESALACIÓN DE AGUAS

Miguel Torres Corral
Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX)

Una de las principales objeciones que se presentaban, años atrás, contra la desalación, era el elevado coste para la obtención del recurso. Sin embargo, en unos pocos años el coste del agua desalada ha descendido notablemente debido principalmente a dos causas: La aprobación de la Directiva Marco sobre Política del Agua y su transposición a la legislación española y la bajada notable del coste del agua desalada por la incorporación de los últimos avances técnicos en ósmosis inversa. Pero, para comprender bien la situación técnica en la que nos encontramos es necesario conocer, aunque sea someramente, lo que ha sido la evolución histórica de la desalación en España y en el mundo en los últimos cuarenta años.

La Ósmosis Inversa ha desplazado completamente en España a los procesos de Evaporación por su menor coste de inversión y explotación

Desaladora Arucas Moya



La evolución técnica que se ha producido en la desalación de agua de mar desde 1965 hasta hoy se encuentra perfectamente representada en España.

Desde estos comienzos hasta 1980 la escena de la desalación está dominada por los procesos de destilación. Siempre que las circunstancias del mercado eléctrico lo permiten, las plantas que se construyen son duales, productoras de agua y energía eléctrica, que se exporta a la red eléctrica. A este modelo responden las desaladoras de Fuerteventura, Ceuta, Las Palmas I, Lanzarote I y Las Palmas II.

Esta forma de producción conjunta permite rebajar el coste de agua desalada. La producción conjunta de agua y energía eléctrica conlleva un ahorro energético frente a la producción de ambas por separado. Si las ventajas de este ahorro se aplican por entero al agua desalada, sin perjudicar en nada la producción eléctrica, se disminuye el coste del agua desalada de forma muy apreciable, ya que la imputación energética al agua desalada se hace sobre el consumo marginal entre la producción sólo de energía eléctrica y la producción de ésta más el agua.

Dentro de los procesos de destilación hay diversos sistemas,

basados en el mismo principio físico de separación del agua y las sales disueltas mediante la evaporación y la posterior condensación del vapor. La forma de recuperar el calor de condensación del vapor es lo que diferencia unos sistemas de otros, dando origen a los sistemas MSF (evaporación multietapa), MED (evaporación multiefecto), CV (comprensión de vapor) como las más importantes.

Siendo el insumo principal en una desaladora el combustible, es lógico que las diversas crisis del petróleo hayan repercutido de forma notable en la tecnología aplicada. El coste final del agua desalada será suma de inversión más operación. La conjugación óptima de este binomio para obtener el mínimo coste, hay que realizarla en cada caso, atendiendo el precio de los materiales base en la construcción de las desaladoras, fundamentalmente el cobre y el níquel.

Hasta el año 1973, con precios bajos del petróleo el diseño en general respondía a instalaciones más baratas de construcción y de mayor consumo energético. Son instalaciones de bajo rendimiento debido a la menor superficie de transferencia de vapor de los evaporadores, y que por tanto requerían menos gasto de cobre y

níquel, materiales con los que se construyen los haces tubulares sobre los que se condensa el vapor que da origen al agua desalada. El parámetro que resume las características y el rendimiento del evaporador es la relación de producción, como cociente entre la cantidad de agua producida y el vapor de proceso consumido. Esta relación de producción, hasta el año 1973 se fijaba entre 5 y 7, como el óptimo para diseñar los evaporadores que obtenían el agua más barata, siempre considerando los costes de inversión más operación. A este diseño responden las desaladoras primeras de Ceuta, Fuerteventura y Las Palmas I.

La subida importante de los precios del petróleo de 1973, marca una evolución tecnológica, dentro del mismo proceso de destilación. El diseño de evaporadores de mayor rendimiento obliga a modificaciones técnicas que permiten elevar la temperatura de operación a la vez que se aumenta la superficie de transferencia, dando origen a evaporadores más caros pero de menor consumo energético. Se llega a alcanzar una relación de producción entre 10 y 11, y puede decirse que hacia 1980, los procesos de destilación alcanzan su techo tecnológico. Con este criterio se construyen las plantas de Lanzarote



Desaladora de Cartagena

La vinculación de la desalación al desarrollo de energías renovables es un reto de sumo interés, no tanto por el ahorro de coste del agua, sino por la incorporación del concepto de sostenibilidad a los proyectos de desarrollo basados en la desalación

I y Las Palmas II. Otras pequeñas instalaciones privadas en Lanzarote y Almería responden al mismo criterio.

LOS PROCESOS DE FILTRACIÓN: ÓSMOSIS INVERSA Y ELECTRODIÁLISIS

Si desde 1859, cuando Edwin Drake perforó el primer pozo de petróleo con producción industrial, la civilización sufrió un cambio importantísimo, desde la primera crisis del petróleo en 1973 hasta hoy, las sucesivas crisis han tenido una repercusión notable en la tecnología y desarrollo de la desalación. Por una parte se mejoró la tecnología dentro del único proceso MSF disponible y por otra, los países productores ven de repente muy saneadas sus economías y se convierten a su vez en grandes demandantes de instalaciones desaladoras, produciéndose un incremento notable de la capacidad instalada.

En el año 1979 se produce una nueva crisis y la respuesta de la industria de la desalación se orienta, como en las crisis anteriores, buscando la disminución del consumo específico. Pero en este caso, ya no caben mejoras apreciables en los procesos de evaporación y es cuando se produce

un cambio de proceso hacia la ósmosis Inversa.

La aplicación de las membranas semipermeables para separar el agua y las sales en una disolución venía aplicándose desde hacia varios años, pero sólo aplicado en agua salobre, con concentraciones de 6 o 7 gramos de sal por litro (7.000 ppm). La aplicación al agua de mar (35.000 ppm) presentaba dificultades que requerían inversiones importantes para desarrollar la membrana que presentara un rechazo de sales superior al 99%, con resistencia mecánica capaz de resistir hasta 70 Kg/cm², requeridos para vencer la presión osmótica y con una productividad adecuada. Sin duda la crisis de 1980 y otras posteriores sirvieron para desarrollar plenamente la industria de las membranas hasta extender su empleo de forma masiva.

La electrodiálisis también utiliza membranas semipermeables y selectivas al paso de los iones positivos o negativos. En lugar de separar el agua de la disolución, reteniendo los iones salinos como ocurre en la ósmosis inversa, en la electrodiálisis se crea un campo eléctrico al que se somete el agua salada, provocando que los cationes y los aniones emigren hacia sus respectivos electrodos. Si en el camino encuentran estas membranas

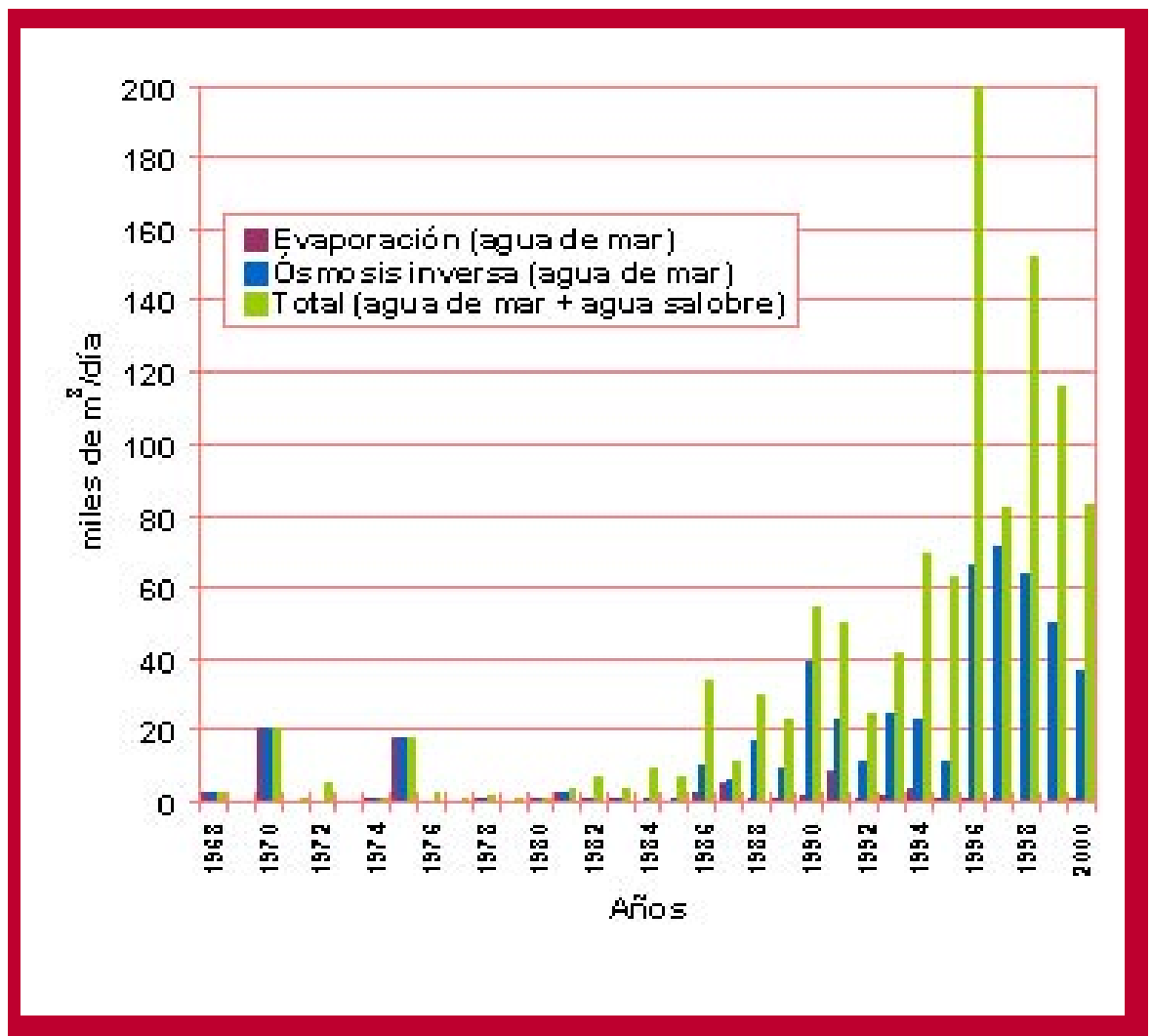
selectivas, los iones pasarán o quedarán retenidos, dejando zonas intermedias y alternativas entre las membranas donde se concentra el agua (rechazo) y donde se obtiene el agua dulce.

La electrodiálisis, compite con la ósmosis inversa en la desalación de agua salobre, sobre todo si ésta tiene alto contenido en sílice que impide obtener rendimientos adecuados con la ósmosis. Sin embargo, la electrodiálisis, hoy por hoy no se puede utilizar en agua de mar.

España es de los primeros países que apuestan desde el principio por el cambio hacia la Ósmosis Inversa, instalando la primera planta en 1982. Desde entonces todas las instalaciones de desalación, salvo la remodelación de Las Palmas I, aplican la Ósmosis Inversa. El consumo específico experimenta un descenso desde más de 20 kWh/m³ a menos de 4 kWh/m³ obtenido en la actualidad, con la repercusión importantísima en el coste del agua desalada.

La aplicación de la Ósmosis Inversa, con la consiguiente rebaja del coste tanto de inversión como de operación, produce dos efectos de forma muy rápida: Sustitución de las antiguas desaladoras de evaporación por obsolescencia técnica. Y la extensión del uso del agua desalada.

Capacidad instalada por sistemas



Las primeras instalaciones desaladoras de evaporación en Canarias y Ceuta, han sido desguazadas, sustituidas y ampliadas por instalaciones de Ósmosis Inversa. Antes de ser sustituidas, se estudió la posibilidad de remodelación pero se descartó por antieconómico en todos los casos, salvo en el caso de la Desaladora de Las Palmas.

Esta operación de remodelación sólo estaba justificada en Las Palmas I por su tamaño y su diseño específico. En Lanzarote, Ceuta o Fuerteventura no se justificó. Sin embargo sí puede ser una experiencia válida en otros lugares como el Golfo Pérsico y Países Árabes donde siguen instalándose grandes desaladoras de evaporación,

por su menor preocupación por el consumo energético y por las mayores dificultades de la Ósmosis Inversa, debido entre otras razones a la mayor contaminación y temperatura del agua de mar, que hacen que hasta ahora se haya extendido en menor grado.

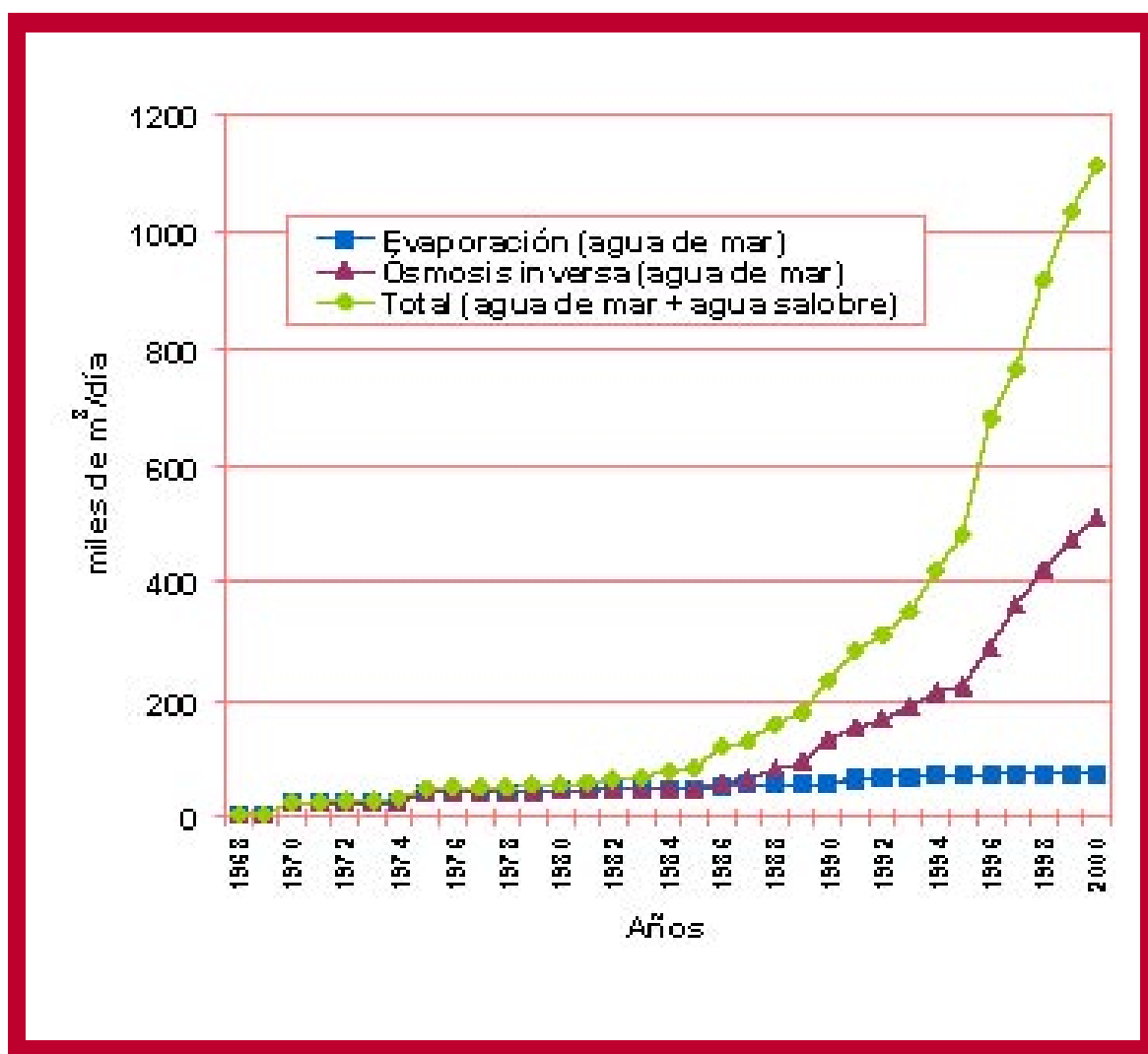
LAS GRANDES CIFRAS DE LA DESALACION

En la actualidad, la capacidad total instalada de desalación en el mundo alcanza la importante cifra de 32 millones de m³/día, sumada el agua de mar y el agua salobre. El crecimiento desde 1980 hasta hoy ha sido muy superior al experimentado con anterioridad, siendo especialmente importante el

incremento de producción en los últimos años.

La distribución geográfica de la desalación en el mundo responde a las siguientes cifras: Oriente Medio (60%), EE.UU (16%), Países Árabes Mediterráneos (6%), España (5%), Italia (2%), otros miembros de la Unión Europea (3%), resto del mundo (8%).

En España los incrementos de producción de agua desalada han seguido una evolución muy parecida a los del resto del mundo. Al final del año 2000 había unas 750 instalaciones desaladoras en funcionamiento, con una producción total de 1.2 millones de metros cúbicos al día, equivalentes a 390 Hm³/año. Esta diversidad de instalaciones agrupa a las



desaladoras de agua de mar y de agua salobre, tanto las pequeñas instalaciones menores de 1.000 m³/día como las de mayor producción. La cifra del agua desalada representa aproximadamente el 1.2% de la demanda consuntiva y coloca a España en el 5º lugar mundial en cuanto a capacidad total y en el 4º lugar si consideramos sólo la desalación de agua de mar. Una particularidad interesante del caso español es el reparto casi al 50% entre agua de mar y salobre, mientras que en otros países domina un tipo u otro.

El incremento tan importante experimentado en los últimos 10 años tiene que ver en España con dos circunstancias muy concretas: la sequía extraordinaria sufrida entre

1990 y 1995 y la bajada importante del coste de la desalación.

Si bien la bajada de costes ha repercutido en todo el mundo, la sequía fue una circunstancia específica española, que obligó a plantear, como solución de urgencia la instalación de una serie de desaladoras que paliaran, al menos en parte, el déficit de agua para abastecimiento urbano. La terminación feliz de la sequía hizo que no se tuvieran que construir las desaladoras que, con carácter coyuntural, se proyectaron para Sevilla, Cádiz y Málaga, manteniéndose las que presentaban un déficit estructural, caso de Almería, Ceuta, Cartagena, Alicante y Baleares.

AVANCES TÉCNICOS EN DESALACION.

En la actualidad, para la aplicación en España, sólo cabe hablar de Ósmosis Inversa ya que los procesos de evaporación permanecen anclados en el techo tecnológico alcanzado y por tanto sin aplicación hoy por su mayor costo, tanto de instalación como de operación.

En la instalación de Ósmosis Inversa siempre hay cuatro áreas bien definidas y diferenciadas en las que se van a analizar los avances técnicos previsibles a corto plazo. Estas áreas son las siguientes: Toma de agua de mar y pretratamiento; Sistema de alta presión y recuperación de energía; Sistema de Ósmosis Inversa y postratamiento



Desaladora Tenerife

La reducción del coste del agua desalada seguirá produciéndose, ligada a las bajadas del consumo energético y a otras medidas, ligadas a la aplicación de tarifas eléctricas adecuadas y a otras consideraciones ligadas a la calidad exigible de agua desalada

de agua desalada.

Toma de agua de mar y pretratamiento

Disponer de una toma de agua de mar es siempre el objetivo primero a la hora de diseñar una desaladora. La posibilidad de obtener el agua por medio de pozos playeros para lograr una filtración natural en el terreno hay que estudiarla siempre en primer lugar. Una buena toma de agua permite aligerar el pretratamiento de forma apreciable. Una sencilla filtración sobre arena, una filtración de seguridad con cartuchos y la adición de pequeñas dosis de antiincrustante puede ser suficiente para el correcto funcionamiento. Así se está funcionando en varias desaladoras, pero por desgracia no siempre, y más en el caso futuro de grandes instalaciones, será factible esta solución y tendremos que recurrir a tomas de agua superficial y pretratamientos más complejos, pero nunca debemos renunciar a instalar una desaladora allí donde sea necesario por el hecho de tener que recurrir a esta solución más compleja porque este problema siempre tiene una solución técnica.

Los avances previsibles a corto plazo en el pretratamiento apuntan claramente hacia la Micro y

Ultrafiltración. Si hoy todavía no se imponen es por su mayor costo pero las líneas de desarrollo deben orientarse hacia la bajada de precio, la mejora de los sistemas de limpieza y la intercambiabilidad de los elementos entre los distintos fabricantes, igual que sucede con las membranas de ósmosis inversa.

Esta línea de pretratamiento con membranas que ya hemos experimentado con resultados óptimos pero de elevado coste, comparado con el pretratamiento convencional marca una tendencia a la baja, igual que ha ocurrido con la bajada de precio de las membranas de ósmosis.

Sistema de alta presión y recuperación de energía.

Este sistema, consistente en un conjunto compuesto de bomba centrífuga, motor y turbina hidráulica que ayuda al giro del motor, es el que se ha venido utilizando desde el principio hasta hoy, mejorando cada vez hasta reducir a la mitad los consumos de las primeras instalaciones.

El cambio más notable fue la sustitución de turbinas Francis por turbinas Peltón, una vez que éstas se desarrollaron para su funcionamiento con salmuera.



Desaladora de Denia



*Desaladora de Adeje-Arona
en fase de construcción*

De este sistema clásico y bien contrastado no cabe esperar mejoras sustanciales y sumando las mejoras de rendimiento en bombas y turbinas no sobrepasaremos el ahorro entre 0.18 y 0.2 Kwh/m³.

La tendencia de futuro apunta claramente hacia un cambio de concepción importante en el sistema de recuperación de energía basado en los convertidores hidráulicos o cámaras hiperbáricas. Estos equipos, todos ellos basados en el mismo principio físico de transmisión de presión de la salmuera a la alimentación de agua de mar, han dado origen a modelos mecánicos diferentes que se están desarrollando a gran velocidad. Existen diversas patentes, una de ellas española, que están lanzadas a gran velocidad para introducirse en este mercado.

El ahorro energético puede representar entre 0.4 y 0.5 Kwh/m³. Esto supondrá un consumo de proceso entre 2.4 y 2.5 Kwh/m³.

El margen entre esta cifra y el mínimo teórico que para una conversión de 45% es de 1 kwh/m³ todavía permite algunas mejoras, donde tienen que colaborar no sólo estos equipos, sino también las propias membranas, como se verá más adelante. En el pasado mes de julio, he podido analizar un diseño, aún experimental, de una instalación prevista para un consumo específico de 1.5 Kwh/m³. Esto refleja la preocupación palpable por vencer en esta carrera de la que la beneficiaria será la desalación.

Sistema de Ósmosis Inversa

Las membranas de ósmosis inversa, construidas inicialmente con acetato de celulosa fueron rápidamente sustituidas por las poliamidas aromáticas, llegando a desplazarlas totalmente en el mercado del agua de mar.

Dentro de las membranas de poliamida existen

dos tipologías bien diferentes: las de fibra hueca y las de arrollamiento espiral.

Por razones de precio y de menor consumo, también se han ido imponiendo las de arrollamiento espiral sobre fibra hueca.

Todos los fabricantes de membranas han ido produciendo membranas que siempre bajaban de precio y mejoraban la calidad. Este camino no ha terminado y apunta claramente en las siguientes líneas:

- Resistencia al cloro y otros oxidantes.
- Mayor resistencia de ensuciamiento producido por coloides.
- Mayor productividad a menor presión de funcionamiento.
- Mayor selectividad en el rechazo de boro e iones monovalentes.
- Menor rechazo de iones divalentes.

Todas estas propuestas van a fructificar en poco tiempo de tal forma que la sustitución de las membranas nuevas pueda hacerse con los tipos de nueva generación. Todos estos caminos de avance son importantes pero en especial el que apunta a la bajada de la presión de funcionamiento al incrementar la permeabilidad de la membrana. Este avance se traduce de forma inmediata en reducción de consumo específico ya que una bajada entre 6 y 7 kg/m² en la presión de proceso supone una bajada de 0.35 Kwh/m³.

En el avance de las nuevas membranas y en la mejora de los sistemas de presión y recuperación de energía se encuentra la gran esperanza de rebajar hasta límites impensables hace pocos años el consumo específico de la desalación.

Postratamiento

El agua desalada a la salida de membranas presenta un pH ligeramente ácido y una agresividad elevada. Una forma de mejorar las características



Desaladora de Adeje-Arona

del agua desalada es la mezcla con agua de otra procedencia. Si esto no es posible, hay que realizar el postratamiento a la salida de la desaladora a base de añadir hidróxido cálcico y CO_2 , si se requiere dar el calificativo de agua potable.

Hacia el futuro se deben tender a exigir una calidad en función del uso y dar el calificativo de prepotable. No se debe exigir al agua desalada lo que no exigimos al agua en la boca de un pozo de agua subterránea. La condición de potable debe darse al agua cuando va a ser distribuida. No tiene sentido exigir calidad potable al agua de la desaladora que posteriormente se ha de mezclar con otras fuentes no potables. La eliminación, aunque no con carácter general, del postratamiento contribuirá a rebajar el coste del agua desalada.

DESALACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

La incorporación a la legislación española de la directiva comunitaria sobre calidad del agua de

consumo humano ha quedado plasmada en el Real Decreto 140/2003 donde se recogen los criterios de calidad y los parámetros que ha de cumplir el agua en el punto donde se pone a disposición del consumidor. Son muchos los sitios donde el agua incumple de forma permanente o temporal dicha norma de calidad, obligando a comunicar como excepción el incumplimiento de dicha norma.

No son pocos los lugares en España y en muchos otros países donde por elevada dureza, alto contenido salino, alta concentración de sulfatos, boro, pesticidas y organoclorados, hacen que se incumpla la norma o, aún cumpliéndola, se rocen valores que obligan a la población a no utilizar el agua potable como agua de boca.

Es precisamente en estos casos donde se esta abriendo un campo importante para el empleo de membranas de ósmosis inversa, nanofiltración y electrodiálisis para mejorar la calidad de agua de abastecimiento. En este campo son de destacar las actuaciones que se están llevando a cabo

en Málaga, donde era frecuente excepcionar el abastecimiento sobre todo por elevada dureza y alto contenido en sodio. Con la construcción de la Planta de El Atabal se persigue como objetivo de calidad cumplir en todo momento la reglamentación sanitaria, con independencia de la calidad del agua bruta, que puede oscilar en salinidad total entre 1 y 6 gramos por litro. La incorporación de una planta de ósmosis inversa, de 165.000 m³/día, usando como pretratamiento de la misma, la existente planta de tratamiento de diseño convencional (decantación, filtración, cloración), va a constituir la primera actuación importante a escala mundial en este campo. Otras actuaciones, en parte parecidas, se están llevando a cabo en Holanda, París, Londres y otros lugares. Sin duda este campo que se abre, donde el objetivo no es aportar nuevos recursos, sino mejorar la calidad de los existentes, tiene un futuro muy prometedor.

Toda instalación desaladora da origen a un vertido hipersalino que se devuelve al mar. Aunque no se añaden sales a las que el mar tiene, es cierto que se devuelven de forma concentrada. En los casos de las desaladoras de destilación dicho vertido también tiene una temperatura de unos 10 °C superior a la del mar. En suma, los rechazos de las desaladoras tienen que ser objeto de análisis medioambiental por la concentración localizada de sales y, en algunos casos, por el incremento de temperatura y las posibles influencias en la flora y la fauna marina.

Las afecciones de las desaladoras en Canarias, debido a las condiciones propias del clima marítimo en el Atlántico, son mínimas, comparadas con el Mediterráneo. El régimen de oleaje y amplitud de las mareas, hacen que la dilución del vertido de salmuera se realice en una superficie muy reducida, por lo que se asegura la nula influencia en la flora y en la fauna marina.

Desde hace pocos años, y en especial, desde que se ha extendido la desalación al arco mediterráneo, se ha puesto especial interés en las posibles influencias, en especial sobre la especie Posidonia Oceánica, endemismo del Mediterráneo de especial interés, cuya conservación es fundamental para el mantenimiento del ecosistema donde se encuentra.

La preocupación por evitar todo efecto perjudicial sobre el medio marino de los vertidos de salmuera ha llevado a realizar, coordinados por el Cedex, los estudios más serios y profundos realizados hasta ahora sobre la tolerancia de la Posidonia y sobre la forma de realizar el vertido para lograr diluciones admitidas por ella. Han sido pioneros en el mundo estos estudios, que han venido a demostrar por una parte la baja tolerancia de esta especie vegetal tan preciada (no más de 39 unidades prácticas de salinidad) y por otra la

posibilidad de lograr dicha dilución incluso en la proximidad de las praderas de Posidonia mediante difusores debidamente dimensionados. Estos estudios han sido fundamentales para resolver los vertidos en las desaladoras de Bahía de Palma, Cartagena y Alicante entre otros y se pretende llegar a elaborar una instrucción que permita solucionar en el futuro los problemas que puedan presentarse en cada caso.

La aplicación directa de la energía eólica a la desalación, sin previa transformación en energía eléctrica no ha dado por el momento fruto. Sin embargo, vincular la desalación a las energías renovables sí abre un camino de sumo interés, donde los proyectos de I+D deben tener un papel fundamental.

EVOLUCIÓN DE LOS COSTES DEL AGUA DESALADA

Nada mejor y más ilustrativo para analizar la evolución de los costes del agua desalada que comparar en un cuadro datos de 1995 con los datos vigentes hoy, junto a una previsión realista de los costes a corto plazo. Los costes se dan con la incorporación de los costes de bombeo del agua desalada a una cota aproximada de 100 m. Y una distancia en torno a 15 Km.

Se observa que los dos conceptos importantes en los que se ha producido una rebaja cuantiosa ha sido en el concepto energía, debido principalmente a la bajada del consumo específico de la energía y al concepto amortización por la bajada de intereses y del valor de la inversión.

En la batalla de la reducción del consumo específico hay que resaltar que en España se han obtenido los mejores logros. La ingeniería española hay que decir que está en el lugar más avanzado en cuanto al diseño más eficiente de las instalaciones desaladoras. Se ha llegado a rebajar el umbral de 4 kWh/m³ que parecía inalcanzable cuando se empezó a aplicar la ósmosis inversa.


El efecto inmediato de la bajada de costes ha sido la extensión a otros usos del agua desalada, en especial a la agricultura de alto valor añadido. Lo que era impensable en el año 1985, se está produciendo hoy en Almería y Murcia y la Desaladora de Carboneras (Almería) de 120.000 m³/día, ampliable a 240.000 m³/día, para riego de invernaderos en el Campo de Níjar, la mayor de Europa y una de las grandes instalaciones mundiales, son buena prueba de esta nueva aplicación. En Murcia está próximo a construirse otra instalación muy similar, también para uso agrícola.

El centro de gravedad de la desalación en España se ha trasladado de Canarias a la costa



La contribución de la desalación a la emisión de gases de efecto invernadero no se debe al proceso propio de desalar sino que esta ligado a la emisión de estos gases por la generación de electricidad. De ahí el gran interés de vincular la producción de agua desalada con el incremento de producción de energías renovables

mediterránea. Las desaladoras de Ceuta (20.000 m³/día), Costa del Sol (65.000 m³/día), Almería (50.000 m³/día), Carboneras (120.000 m³/día), Cartagena (65.000 m³/día), Alicante (50.000 m³/día), Tordera (35.000 m³/día), Bahía de Palma (70.000 m³/día), Ibiza y Formentera (20.000 m³/día), todas ellas construidas más las previstas en Mazarrón (140.000 m³/día), la ampliación de Carboneras (120.000 m³/día), Barcelona (60.000 m³/día; ampliable a 180.000 m³/día), más otras ampliaciones en Baleares (50.000 m³/día) y Melilla (20.000 m³/día) dan prueba de lo dicho en cuanto a la importancia que va a cobrar en este campo el arco mediterráneo.

Esta experiencia española está despertando sumo interés en toda la cota norteafricana. Argelia, Túnez y Libia principalmente tienen grandes proyectos a corto plazo y, si bien en el pasado algunos optaron por la tecnología de destilación, igual que ocurrió en España, hoy ven con gran esperanza, el cambio tecnológico que hemos realizado aquí. 

COSTES DEL AGUA DESALADA (Agua de mar)					
1. BASES DE CALCULO		1995	2002	2004	2010
• Coste de Inversión	€/m ³ y día	890	610	600	590
• Periodo de amortización	años	15	15	15	15
• Interés	%	10	4	4	4
• Consumo específico	kWh/m ³	5.3	4.1	3.6	2.9
• Precio energía	€/kWh	0.077	0.048	0.048	0.048
• Tipo de toma	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta
2. COSTE AGUA DESALADA					
• Energía eléctrica	€/m ³	0.408	0.196	0.172	0.139
• Personal	€/m ³	0.036	0.036	0.030	0.025
• Productos químicos	€/m ³	0.030	0.028	0.028	0.030
• Mantenimiento y otros	€/m ³	0.024	0.024	0.024	0.024
• Reposición de membrana	€/m ³	0.018	0.018	0.016	0.014
TOTAL EXPLOTACIÓN		0.516	0.302	0.270	0.232
AMOTIZACIÓN		0.337	0.170	0.168	0.165
COSTE TOTAL	€/m³	0.853	0.472	0.438	0.397