

# LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR Y EL VERTIDO DE LA SALMUERA

Miguel Torres

Jefe de Área de Calidad de las Aguas  
CEDEX

La desalación es un proceso por el cual el agua de mar puede convertirse en un recurso hídrico perfectamente aprovechable, tanto para el abastecimiento humano, como para el riego y usos industriales. Este viejo sueño del hombre de utilizar el agua de mar como recurso hídrico, abrigado desde la Grecia clásica, puede decirse que no se concreta en una tecnología eficiente hasta avanzados los años de la década de 1950.

El agua pura en estado líquido prácticamente no se encuentra en la naturaleza. Lo que llamamos agua es en realidad una disolución de diversas sales en agua. Cuando bebemos agua, percibimos distintos sabores que son debidos a las sales que contiene. En las zonas costeras, sobre todo del Mediterráneo o en las islas, podemos notar que el agua tiene peor sabor, no cuece bien las legumbres e incluso no hace espuma el jabón. Hay que recurrir al agua embotellada para atender a los usos del agua de boca. Muchos habitantes de zonas de sierra notan perfectamente estos efectos cuando se desplazan a la costa en las vacaciones. Esto es debido a la mayor cantidad de sales que contiene el agua que se consume en estas zonas.

En la naturaleza encontramos el agua en los tres estados: **sólido** en el hielo de los polos terrestres, **líquido** en los ríos, fuentes y mares y **gaseoso** como vapor de agua en la atmósfera. De los tres estados, sólo el hielo y el vapor de agua puede

considerarse que es agua químicamente pura, pero, en estado líquido, en realidad lo que denominados agua son distintas disoluciones naturales que varían, desde las aguas muy finas de manantial de montaña de 0.2 gramos de sal por litro hasta los 35 del agua de mar y los más de 45 de las salmueras, pasando por toda una gama de aguas salobres de concentraciones entre 3 y 25 gramos por litro.

El agua para el consumo humano no debe, ni tener más de 0.5 gramos por litro ni ser agua destilada. En ambos casos no son provechosas para el organismo. Por tanto, si queremos obtener agua potable a partir del agua del mar (agua de 35 gramos por litro) tendremos que separar las sales que contiene hasta llegar al agua potable (< 0.5 gramos por litro). En esto consiste la **desalación de agua de mar**.

Desde la Grecia Clásica

El filósofo Aristóteles observando la naturaleza captó los principios físicos para separar el agua y las sales en los que se basan las tecnologías modernas de la desalación. En la superficie del mar se produce una evaporación por la que el vapor de agua se desprende, dejando la sal en el mar y pasando el vapor a la atmósfera, que después dará origen a la lluvia, caerá a la tierra y volverá al mar, completando el ciclo del agua en la naturaleza. En este principio de basa uno de los procesos de desalación consistente en **evaporar** el agua del mar y después **condensar** el vapor, obteniendo agua dulce en estado líquido.

Otro fenómeno que también observamos en la naturaleza es la captación del agua de la tierra, que hacen las plantas. El agua penetra en la planta a través de la raíz, pasando a la savia. Cuando dejamos las legumbres en agua, se ablandan y se hinchan porque el agua pasa a través de la piel. Ante estos dos fenómenos, observamos que existen membranas que separan las sales del agua, lo que se conoce con el término científico de **ósmosis**.

Estos fenómenos naturales de **evaporación** y **ósmosis** son la base de los **procesos técnicos de desalación** que el hombre ha llegado a utilizar, desarrollando y controlando estos procesos naturales. Este control a voluntad de estos fenómenos siempre se hace **aportando la energía imprescindible para lograr la separación de las sales y el agua**. Esta energía que en la naturaleza procede del sol, si queremos reproducirla en un lugar donde no llueve y hace falta agua, tendremos que hacerlo aportando energía, igual que si queremos obtener una temperatura confortable en casa, tendremos que gastar energía, en unos casos como calefacción y en otros como refrigeración.

Gracias a la aplicación de la desalación se han resuelto muchos graves problemas de falta de agua. En la actualidad se producen más de 24 millones de metros cúbicos al día de agua desalada en todo el mundo, lo que sería suficiente para abastecer una población superior a 120 millones de habitantes, lo cual da idea de la importancia de la desalación.

La geografía de la desalación se extiende por todo el mundo y tiene especial importancia en países tales como Arabia Saudita, Emiratos Árabes, Estados Unidos y Europa, con especial interés en España, donde desde los años 1970 se viene utilizando, primero en Canarias, pasando después a Baleares, la Península, Ceuta y últimamente Melilla, alcanzando en la actualidad una producción aproximada de 1.200.000 m<sup>3</sup>/día, correspondiendo 700.000 m<sup>3</sup>/día a la desalación de agua de mar y el resto al agua salobre (agua subterránea).

#### Balance positivo

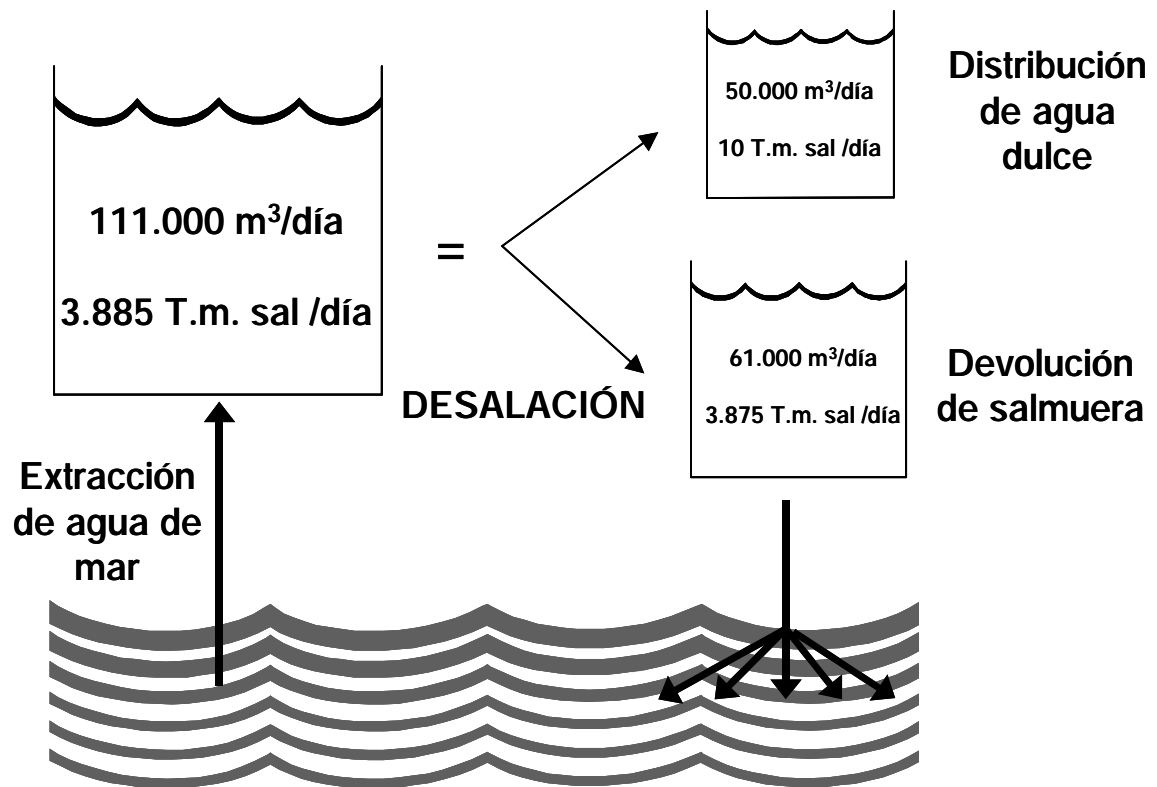
La experiencia en desalación en España en los últimos 30 años arroja un balance muy positivo y así es reconocida internacionalmente. Cuando se observa el desarrollo experimentado en islas como Lanzarote y Fuerteventura, que sólo disponen de recursos hídricos procedentes de la desalación, se pueden constatar de manera evidente los beneficios de aportar agua a un territorio que tiene grandes posibilidades potenciales, sólo limitadas por la falta de recursos hídricos. Esto

mismo se ha podido comprobar en Gran Canaria, Tenerife, Ceuta, Mallorca, Ibiza, etc. y más recientemente en Alicante. La instalación de las desaladoras evitó las restricciones de abastecimiento urbano en Mallorca los años de extrema sequía vividos entre 1997 y 2000.

## **Diferencias entre agua dulce, agua de mar y salmuera**

Desde el punto de vista físico y químico, las diferencias entre el agua dulce, el agua de mar y la salmuera sólo están en la distinta concentración de sales de cada una, variando entre 0.5 gramos por litro en agua dulce, 35 en el agua de mar y 69 en la salmuera. A simple vista no se puede diferenciar una de otra. Son tres líquidos perfectamente transparentes, sin color ni olor, que sólo se distinguen por el sabor debido a la diferente concentración de sales en cada una.

En el proceso de desalación, por cada litro de agua que sacamos del mar, obtenemos casi la mitad de agua dulce (0,45 litros) y algo más de la mitad de salmuera (0.55 litros). Este balance, aplicado como ejemplo al caso de la Desaladora de Alicante de 50.000 m<sup>3</sup>/día es el que se refleja en el siguiente gráfico:



### DESALADORA DE ALICANTE BALANCE DE MASAS

Se puede ver que **al mar no se le añade sal, simplemente se devuelve la misma que tenía pero en menor cantidad de agua.**

Últimamente se han extendido numerosos **tópicos falsos sobre la salmuera de las desaladoras**, llegando a decir que es sal en estado puro que mata la flora y fauna marina. El Presidente de la Generalitat Valenciana, en conversación con el Presidente de Aragón, recogida en el periódico "El País" del pasado día 7 decía lo siguiente:

*"Por cada hectómetro cúbico desalado tiramos al mar otro de salmuera, o sea, sal en estado puro que abrasa la vegetación del litoral lo que generaría la muerte inmediata de la fauna marina".*

Parece poco congruente inaugurar la Desaladora de Alicante el 23 de septiembre pasado y cantar sus excelencias por la contribución a resolver los problemas del abastecimiento urbano y pensar que son ciertos estos efectos.

También se ha dicho que la salmuera es un líquido espeso y marrón, cuando puede observarse en todas las desaladoras en funcionamiento, tanto en España como en el mundo que se trata de un líquido transparente y limpio, imposible de distinguir a simple vista del agua de mar.

## **¿Cómo se debe devolver la salmuera al mar?**

Si con la salmuera no se añade sal al mar y sólo se le devuelve la que previamente tenía, lo que hay que hacer es verterla de tal forma que se diluya rápidamente en la masa de agua de mar. Al fin y al cabo toda la salmuera representa una pequeñísima gota, si la comparamos con todo el volumen de agua del mar.

La preocupación por los posibles efectos de los vertidos de salmuera de las desaladoras en la flora y fauna marina es relativamente reciente. Aunque existen desaladoras funcionando desde hace muchos años y no se había observado ningún cambio en la flora y fauna en la zona de vertido, bastó que la comunidad científica advirtiera de los posibles efectos negativos, para que se hayan puesto todos los medios para estudiar el problema y buscar la solución.

En primer lugar se estudió la tolerancia a la salinidad de las especies más sensibles y con mayor grado de protección en las directivas medioambientales españolas y europeas, entre la que se encuentra la posidonia oceánica, planta que vive en el Mediterráneo, en las proximidades de las costas y que forma un hábitat de gran valor para el desarrollo de los peces, fijar los bancos de arena y oxigenar el agua de mar. Es por lo tanto obligado proteger completamente esta especie y evitar el más mínimo efecto negativo sobre la misma.

Este estudio de la tolerancia a la salinidad de la posidonia oceánica se ha llevado a cabo en los últimos 3 años, llegando a fijar la salinidad máxima tolerable en 38.5 unidades prácticas de salinidad que son aproximadamente equivalentes a 39 gramos por litro. En este estudio han participado los organismos científicos españoles más prestigiosos en las ciencias del mar.

Una vez fijada la tolerancia máxima de salinidad, la solución tiene que venir de la mano de los técnicos que siempre podrán diseñar una solución física del vertido para lograr la disolución natural de la salmuera en la propia masa de agua de mar, hasta alcanzar los límites de tolerancia fijados.

No deben darse recetas generales, sino estudiar en cada caso la mejor solución. Siempre se podrá encontrar la forma óptima de vertido que evite completamente cualquier efecto medioambiental negativo. Las distintas tipologías existentes como puede ser la disolución de la salmuera antes del vertido con más agua de mar (Carboneras y Javea), vertido en las desembocaduras de ramblas donde la posidonia se encuentra muy alejada (Alicante, Bahía de Palma, etc.) y el vertido en zonas de fuertes rompientes prueban que en muchos casos la solución puede ser muy sencilla.

En los casos más difíciles por la proximidad a pocos metros de la costa de la pradera de posidonia (los proyectos nuevos para Murcia o Baleares) se ha diseñado una solución también sencilla pero más elaborada, consistente en distribuir la salmuera por diversos difusores de tal forma que al salir la salmuera y chocar con la propia agua de mar produce una agitación que hace que se homogeneice en salinidad toda la masa de agua de mar que circunda al difusor. Por simplificar, se logra el mismo efecto que al agitar el azúcar en el fondo de la taza del café para unificar el sabor.

Con la aplicación de las herramientas matemáticas de cálculo, ya disponibles, siempre se llega a una solución perfectamente viable, técnica y económicamente.

Hay que hacer constar que el rigor con el que se ha acometido en España tanto el estudio de la tolerancia de las especies protegidas como la solución técnica de cada caso, objeto de ponencias en varios congresos, ha sido muy apreciado por la comunidad mundial de la desalación. Desde Estados Unidos a Argelia, Marruecos, Israel entre otros han solicitado información sobre nuestra experiencia, que en menos de tres años ha analizado el problema y ha aportado la solución.

## SUMARIOS

En la actualidad se producen más de 24 millones de metros cúbicos al día de agua desalada en todo el mundo, lo que sería suficiente para abastecer a una población superior a 120 millones de habitantes

Existen formas óptimas de vertido de la salmuera que evitan cualquier efecto medioambiental negativo y con la aplicación de herramientas matemáticas de cálculo siempre se llega a una solución perfectamente viable técnica y económicamente

Desde Estados Unidos a Argelia, Marruecos e Israel han solicitado información sobre la experiencia española en desalación y vertido de salmuera