



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

1.- ¿Qué es la desalación?

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.

En la naturaleza encontramos el agua en los tres estados: **sólido** en el hielo de los polos terrestre, **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 van, 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 serie 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**.

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 separa, dejando la sal en el mar y pasando el vapor a la atmósfera, que después a su vez dará origen a la lluvia que caerá a la tierra y volverá al mar, completando el ciclo del agua en la naturaleza. De ahí surge uno de los procesos de desalación consistente en **evaporar** el agua del mar y después **condensar** el vapor, obteniendo agua 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 pasa a 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. Es decir, 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 a voluntad 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 la aporta el sol, y posteriormente da origen a la lluvia, 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 aportar 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 el mundo. 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, pero como es natural tiene especial importancia en los países secos, en especial 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 m³/día, correspondiendo 700.000 m³/día a la desalación de agua de mar y el resto al agua salobre (agua subterránea).

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 dispone de recursos hídricos procedentes de la desalación, se puede 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. Estos beneficios siempre han sido resaltados por las autoridades en las visitas y actos de inauguración de las desaladoras.

Sin embargo, sobre estos beneficios indudables y fácilmente perceptibles por la población, se está extendiendo últimamente una sombra de duda basada en **falsos tópicos** sobre los efectos medioambientales negativos del rechazo de salmuera sobre la flora y fauna marinas. Para deshacer estos falsos tópicos debemos de empezar por conocer la naturaleza física y química de aquellos elementos que se manejan en la desalación.

2.- Diferencias entre agua dulce, agua de mar y salmuera

Tratemos de dar respuesta por tanto de forma sencilla aunque rigurosa a las **siguientes preguntas:**

1ª **Qué son desde el punto de vista físico y químico el agua de mar, el agua dulce y la salmuera.**

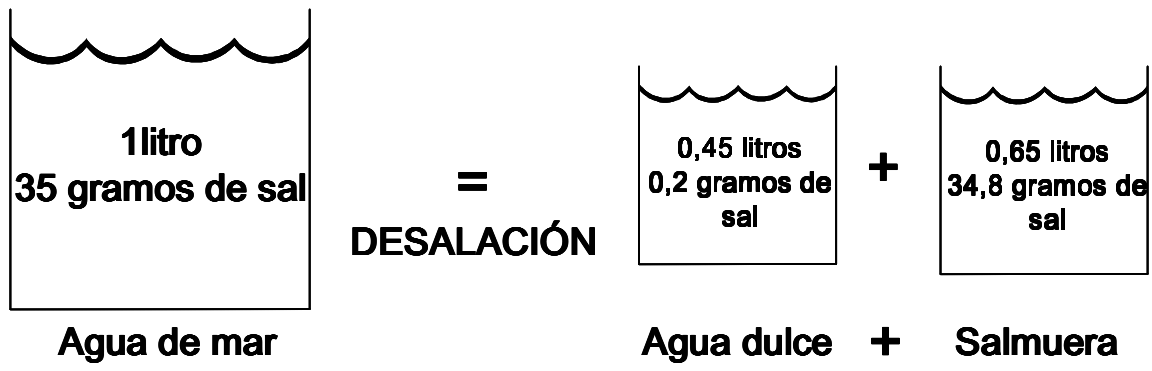
Desde el punto de vista físico y químico, la diferencias entre el agua de mar, el agua dulce y la salmuera sólo están en la distinta concentración de sales en cada una de ellas. A simple vista no se puede diferenciar entre tres vasos, cada uno lleno de agua de mar, agua dulce y salmuera respectivamente. Podemos observar tres líquidos perfectamente transparentes sin color ni olor. Sólo se distinguen por el sabor, lo que indica la diferente concentración de sales. Las concentraciones de sal en los tres casos son las siguientes:

Tipo de agua	Concentración gramos/litro
Mar	35
Dulce	0.5
Salmuera	69

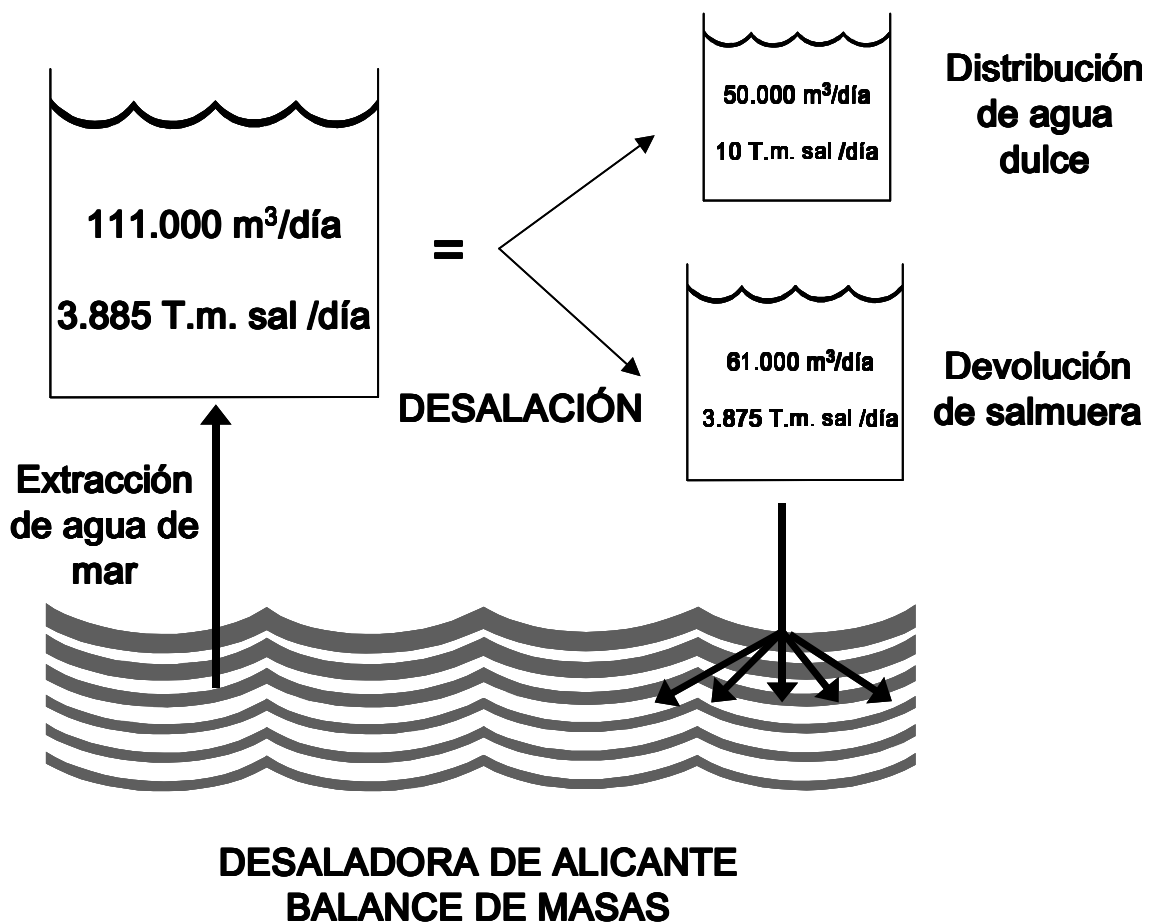
Aunque el agua de mar tiene disueltas diversas sales, casi en su totalidad es sal común, la sal utilizada en la cocina.

2ª **¿Cuánta agua dulce se obtiene del agua de mar en el proceso de desalación?.**

Por cada litro de agua que sacamos del mar, obtenemos 0.45 litros de agua dulce y devolvemos al mar 0.65 litros de salmuera. En el siguiente gráfico se puede observar el balance de agua y sales en la desalación.



En este balance se puede ver que **al mar no se le añade sal**, simplemente se devuelve la misma cantidad de sal pero en menor cantidad de agua. Este balance, aplicando a una desaladora como la de Alicante, de 50.000 m³ diarios de producción, sería el siguiente:



3.- Falsos tópicos aplicados a la salmuera de las plantas desaladoras.

- **La salmuera mata la flora y la fauna marina.**

“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”.

Esta frase se extrae de El País de 7 de junio y fue dicha por el Presidente de la Generalitat Valenciana, que a su vez inauguró la Desaladora de Alicante junto a la Ministra de Medio Ambiente el pasado 23 de septiembre. Parece poco congruente inaugurar una planta desaladora y cantar sus excelencias por su contribución a resolver los problemas del abastecimiento urbano si se piensa que son ciertos los efectos que luego denuncia.

- **La salmuera es sal en estado puro**

La salmuera no es sal pura, es una disolución de sal en agua, aunque de concentración casi doble que el agua de mar. La sal nunca llega a precipitar, como se ha indicado en el punto anterior.

- **La salmuera es un líquido espeso y marrón.**

La salmuera es un líquido incoloro que tiene una viscosidad muy similar al agua de mar. A simple vista no se puede distinguir el agua de mar y la salmuera.

4.- Formas de devolución de la salmuera al mar

Siempre es factible devolver la salmuera al mar de forma que se logre la inmediata dilución en la masa del agua de mar sin causar el menor daño a la fauna y flora marina, como se ha podido comprobar en todos los casos de las desaladoras en funcionamiento.

Al mar nunca se le añade más sal de la que tiene. Sólo se le devuelve la sal que previamente se ha extraído con el agua de 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, hasta 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 la 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 pedido 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.