

4.1. Tecnologías de membrana

Las tecnologías de membrana suponen un paso adelante en la filtración convencional aplicada tradicionalmente en el tratamiento del agua.

En este capítulo se explican los conceptos fundamentales de la ósmosis inversa, la nanofiltración y la electrodiálisis.

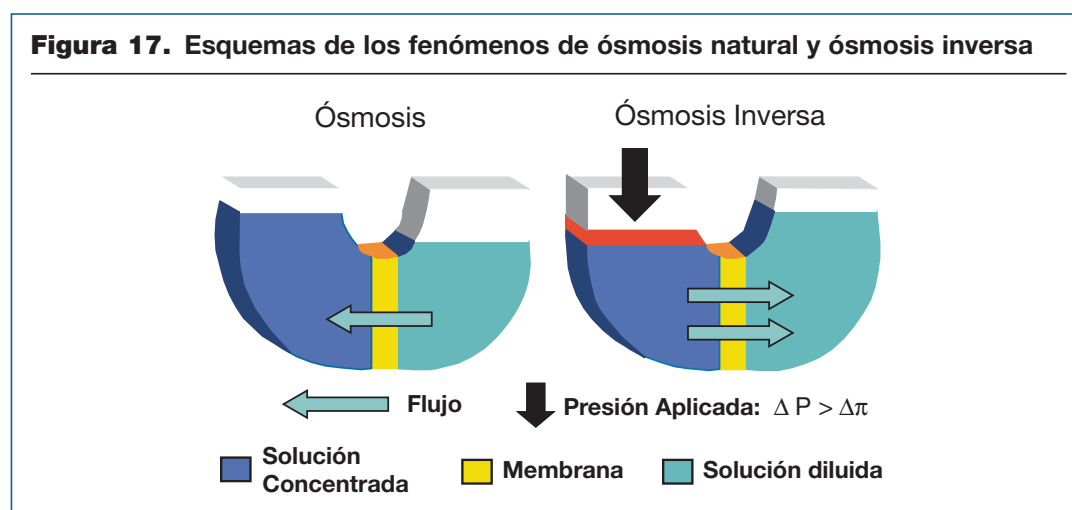
4.1.1. Ósmosis inversa

El fenómeno de la ósmosis ocurre cuando, a través de una membrana semi-permeable, el agua fluye desde la solución de menor salinidad hasta otra de mayor concentración salina. Es un fenómeno que tiene lugar en diversos procesos naturales como, por ejemplo, en la entrada de agua a través de la membrana celular de los seres vivos.

Según una regla fundamental de la naturaleza, este sistema intentará alcanzar el equilibrio, es decir, intentará alcanzar la misma concentración a ambos lados de la membrana. El flujo de agua desde la solución más diluida hacia la más concentrada se detendrá cuando se alcance un equilibrio entre ambas concentraciones. La fuerza que provoca ese movimiento se conoce como presión osmótica y está relacionada con la concentración de sales en el interior de ambas soluciones.

La ósmosis inversa consiste en invertir este proceso aplicando una presión superior a la presión osmótica correspondiente, en el lado de la solución más concentrada. Con esto se consigue que la dirección del flujo del agua vaya del lado de la solución más concentrada a la solución más diluida.

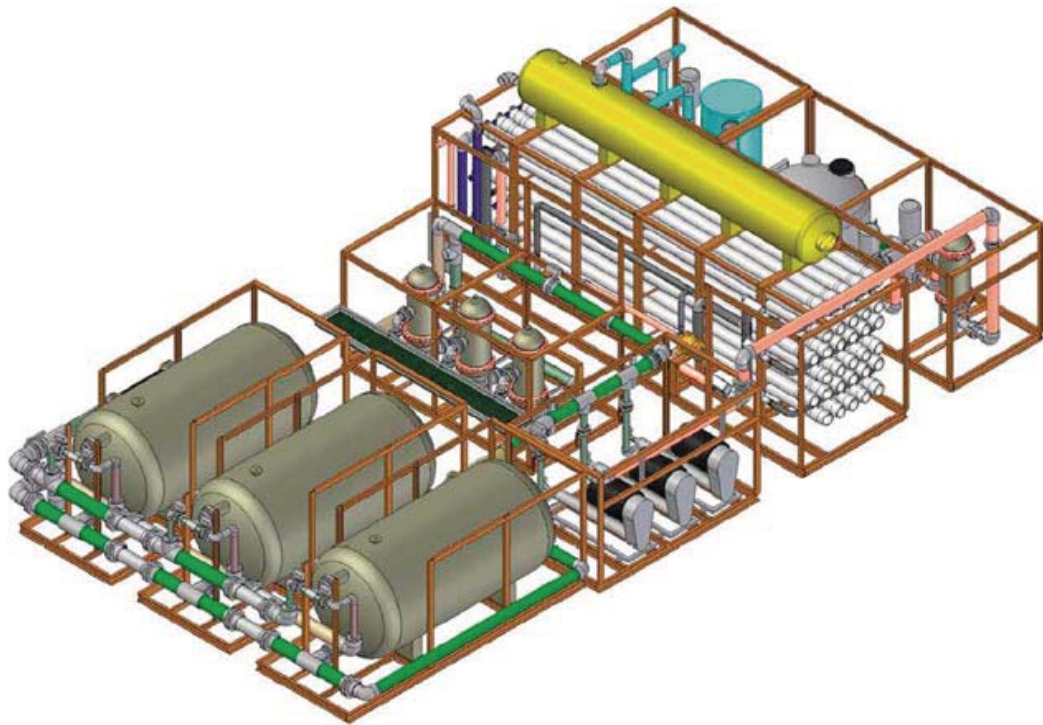
En la **figura 17** se ilustran ambos fenómenos:



4.1.1.10. Diseño de un sistema de membranas de ósmosis inversa. Principales componentes

Un sistema de ósmosis inversa simplificado está formado por una o varias bombas que alimentan el agua procedente del pretratamiento, al bastidor donde se encuentran las cajas de presión que alojan las membranas y un conjunto de tuberías que constituyen la línea de evacuación del concentrado y la línea de permeado para su postratamiento.

Figura 23. Esquema general de una pequeña desaladora industrial de agua marina (2.500 m³ día). Imagen cortesía de AQUAESPÑA



La salmuera o rechazo a la salida de los tubos tiene aún mucha presión, ya que la pérdida de carga en el interior de los módulos de OI es pequeña (entre 3 y 5 bares). Con el fin de utilizar esta energía remanente, se conduce la salmuera a un sistema de recuperación de energía, que consiste generalmente en una bomba invertida o una turbina hidráulica del tipo Pelton o Francis, o hacia unas cámaras de intercambio de presión, de forma que se aproveche el salto entre la presión de la salmuera a la salida de las membranas y la presión atmosférica. Con ello la energía necesaria para llevar a cabo el proceso se reduce sensiblemente.

Figura 24. Esquema básico de un sistema de membranas

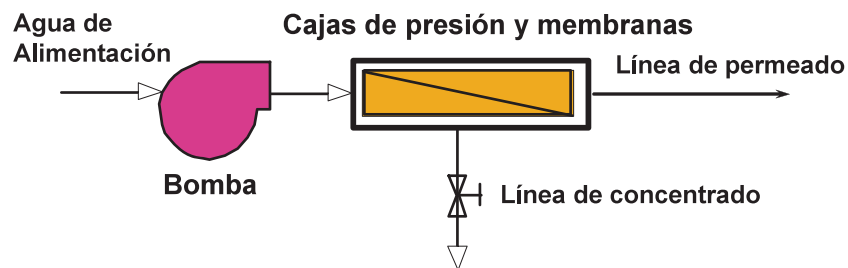


Figura 25. Aspecto de los bastidores con las cajas de presión. Por cortesía de AQUAESPANA



4.1.1.11. Etapas

Los elementos de ósmosis inversa van instalados en el interior de las cajas de presión unidos entre si mediante piezas o mecanismos de interconexión. El factor de conversión depende directamente de la longitud del sistema, de manera que los elementos son de longitud limitada (normalmente de 1 metro); para alcanzar unos valores aceptables de conversión, (aproximadamente el 45% en agua de mar y alrededor del 75 % en diseños de agua salobre), se hace necesaria la instalación de 6, 7 u 8 elementos en serie por cada caja de presión.