

## Actualización de Plantas Desaladoras en la Isla de Ibiza. Nuevo diseño del Proceso

---

Por: Miguel Torres Corral (CEDEX). Bartolomé Reus Cañellas (l'Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental) y Noemí Sánchez Castillo (ECOAGUA)

Palma de Mallorca. 7, 8 y 9 de noviembre de 2006.

## 1.- INTRODUCCIÓN

El mercado de la desalación se caracteriza por su evolución continua. Cada año surgen numerosas novedades tanto en tecnologías como en equipos, aumenta la experiencia en desalación, se establecen nuevas normativas en cuanto a descarga de salmuera, calidad del agua, etc. Todos estos cambios por un lado, logran la optimización de los procesos de las Plantas Desaladoras: se disminuye el consumo de energía, se abaratan los costes, se mejora la operación y el mantenimiento y por otro, hacen que el uso de la desalación como método de obtención de agua ya sea para riego, consumo humano, servicios, etc. esté cada día más regulado con las ventajas que esto supone.

La vida media de una Planta Desaladora se puede estimar en 15, 20 años, durante este tiempo los cambios en el mercado de la desalación son numerosos. Además, la experiencia nos dice que si se construye una Planta Desaladora, en respuesta a una demanda de agua desalada en un determinado lugar, con el paso del tiempo, la demanda de agua desalada en este mismo lugar aumenta, la mayoría de las veces hasta el punto de que la Planta Desaladora existente no puede proporcionar el aumento de producción necesario. Cuando se ha producido esta situación, la solución adoptada en casi todos los casos ha sido construir una nueva Desaladora, pero ésta no es siempre la solución óptima. Las Plantas Desaladoras de ósmosis inversa permiten su actualización y/o ampliación lográndose los mismos resultados que los que se obtendrían con la construcción de una nueva Desaladora y con un coste mucho menor.

Como muestra, en los siguientes apartados se expondrá el ejemplo de la actualización de dos Desaladoras en la Isla de Ibiza: la

Planta Desaladora de Ibiza y la Planta Desaladora de Sant Antoni de Portmany.

## 2.- PLANTA DESALADORA DE IBIZA

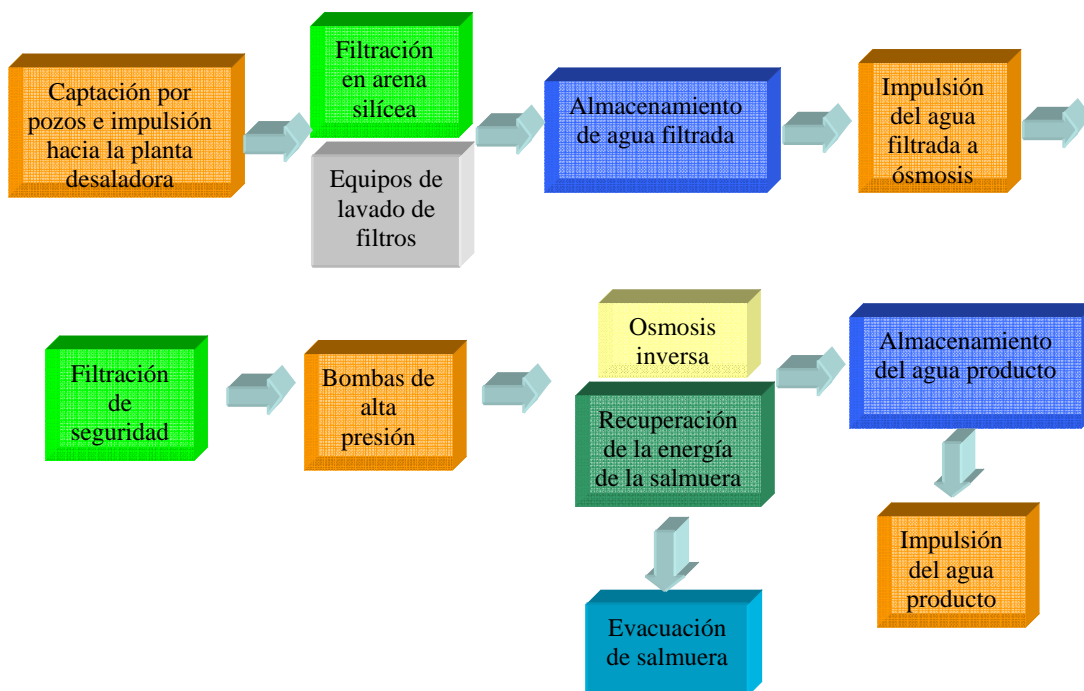
La Planta Desaladora de agua marina de Eivissa está situada en el término municipal de Eivissa. En la Figura 1 se muestra una vista general de la Desaladora.



Actualmente la producción de la Planta Desaladora de Ibiza es de 9.000 m<sup>3</sup>/día y el contenido en Boro en el agua producto es mayor a 1 ppm.

Los procesos de la Planta se detallan en el diagrama de bloques de la Figura 2.

**Figura 1. Vista general de la Planta Desaladora de Eivissa**



**Figura 2. Procesos actuales en la Planta Desaladora de Eivissa**

La Planta Desaladora de Eivissa actual consta de tres (3) líneas de dos (2) pasos cada una. El factor de conversión del primer paso es del 45%, el segundo paso no está en funcionamiento en la actualidad. Hay tres (3) bombas de alta presión que impulsan el agua al primer paso de cada línea, la recuperación de energía de la salmuera se realiza mediante Turbinas Pelton. El lavado de los filtros de arena se realiza con agua filtrada.

Los objetivos y los trabajos a realizar para la actualización y ampliación de la Planta Desaladora son los siguientes:

- o Optimizar el funcionamiento de los procesos actuales e incluir los avances tecnológicos en desalación que se han producido desde que se construyó la Planta Desaladora. En este sentido:
  - Se mejorará la hidráulica del sistema.
  - Se cambiará el sistema de recuperación de energía de la salmuera de Turbinas Pelton a Sistemas de Intercambio de Presión para obtener mayores rendimientos en la recuperación de energía.
  - Se disminuirá el consumo específico de energía del agua producto.
  - Se preparará la instalación para que el lavado de los filtros de arena se realice con salmuera y así incrementar el aprovechamiento del agua bruta.
  
- o Aumentar la producción de la planta:
  - La planta está diseñada para la posible ampliación de 3 a 4 líneas. Se realizará dicha ampliación.
  - Se incrementará todo lo posible, tanto el caudal de aporte de agua bruta como el factor de conversión de la planta (factor de conversión = caudal de agua producida / caudal de agua bruta), para poder aumentar el factor

de conversión de la planta se incluirá una dosificación de dispersante a la entrada del primer paso.

- o Cumplir con la legislación actual y con la prevista en un futuro. Actualmente en España, la calidad del agua producto debe cumplir con el REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero de 2003, en el que se exige una concentración de boro en el agua producto menor a 1 ppm. En un futuro se prevé que la exigencia de la normativa aumente hasta una concentración de boro de menos de 0,5 ppm. Se va a realizar un diseño flexible que permita obtener el agua producto con una concentración de boro menor a 1 ppm o menor a 0,5 ppm. Para esto se instalará una dosificación de sosa y de dispersante a la entrada del segundo paso.
- o Trabajos generales de mejora de la instalación actual: reparación de superficies oxidadas, cambio de los tornillos de la planta a tornillos de acero inoxidable AISI 316L, repintado de toda la instalación, etc.

Para cumplir los objetivos enumerados ha sido necesario analizar los procesos, equipos, implantación, etc. de la Planta Desaladora existente y realizar un nuevo diseño. Dicho diseño se resume a continuación.

En primer lugar, se ha buscado cual es el factor limitante del caudal de aporte a la Planta Desaladora. Se han analizado las velocidades en las tuberías de agua de aporte, los equipos de filtración, las bombas, los bastidores de ósmosis, etc. y se ha puesto de manifiesto que el factor que limita el agua de entrada a la planta, es el colector que va desde las bombas de agua filtrada a los filtros de cartucho y el colector que conecta los filtros de cartucho con la

aspiración de las bombas de alta presión, ambos con un diámetro de 400 mm. Los dos colectores son de PRFV, fijando una velocidad de 2,5 m/s del agua bruta, el caudal máximo de aporte a la planta es de 1.127 m<sup>3</sup>/h.

Se ha ampliado el número de membranas en el primer paso y se ha reorganizado la distribución de las mismas, así se ha pasado de tener 3 líneas y 3 bastidores, a tener 2 líneas, cada una de ellas formada por 2 bastidores. Además se ha añadido un segundo paso. Con el caudal de aporte fijado y teniendo en cuenta las nuevas dosificaciones químicas incluidas (dispersante a la entrada del primer paso y sosa y dispersante a la entrada del segundo), se ha maximizado el factor de conversión de los dos pasos de ósmosis. Se han realizado nuevas proyecciones de membranas para diseñar los bastidores y las bombas y se ha calculado en cuanto hace falta ampliar el pretratamiento existente (filtros de arena y de cartucho) para los nuevos caudales. Con todo esto se ha logrado obtener un importante aumento de la producción.

También se ha determinado el mínimo caudal del producto del primer paso, que es necesario que pase al segundo paso, para conseguir los objetivos de la concentración de boro en el producto. Con la dosificación de sosa a la entrada del segundo paso se sube el pH del agua procedente del primer paso de ósmosis provocando la disociación del Boro y aumentando el rechazo del Boro en las membranas. De esta forma se ha logrado que:

- Funcionando con las dos nuevas líneas del primer paso y una sola del segundo, la concentración de boro en el producto sea inferior a 1 ppm. La producción prevista en este caso es de 13.393 m<sup>3</sup>/día.

- o Funcionando con las dos nuevas líneas del primer paso y las dos del segundo la concentración de boro en el producto sea inferior a 0,5 ppm. La producción prevista en este caso es de 12.885 m<sup>3</sup>/día.

Una vez determinado el diseño del primer y del segundo paso, se ha comprobado que los motores de las bombas de alta presión actuales tienen potencia suficiente para proporcionar los caudales y presiones necesarios para cada una de las nuevas líneas. Se utilizarán, por lo tanto, 2 de ellos, uno para cada nueva línea. Esto es posible, porque aunque se haya, más que, duplicado el caudal de entrada al primer paso de cada línea, se va a instalar un nuevo sistema de recuperación de energía de la salmuera, Sistemas de Intercambio de Presión. Con este sistema, las bombas de alta tienen que impulsar, tan sólo, aproximadamente el 50% del caudal total de entrada al primer paso de cada línea.

### **3.- PLANTA DESALADORA DE SANT ANTONI DE PORTMANY**

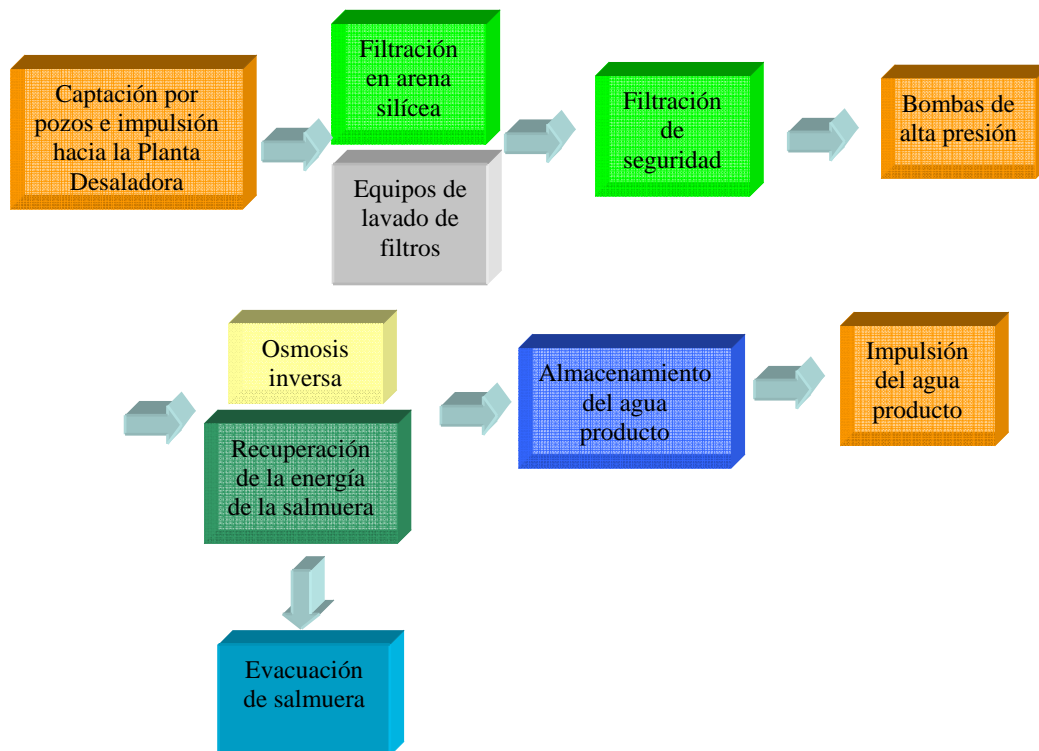
La Planta Desaladora de agua marina de Sant Antoni de Portmany está situada al noroeste de la ciudad de Sant Antoni de Portmany. En la Figura 3 se muestra una vista general de la Desaladora.

La producción actual de la Planta Desaladora es de 16.776 m<sup>3</sup>/día y el contenido en Boro en el agua producto es mayor a 1 ppm.



**Figura 3. Vista general de la Planta Desaladora de Sant Antoni de Portmany**

En la Figura 4 Se muestra un diagrama de bloques en el que se detallan los procesos de la Desaladora existente.



**Figura 4. Procesos actuales en la Planta Desaladora de Sant Antoni de Portmany**

La Planta está dividida en tres (3) líneas de un paso de ósmosis inversa cada una. La recuperación de la salmuera se realiza en dos (2)



de la líneas con Turbinas Francis y en la otra línea con Turbina Pelton. La descarga de parte de la salmuera de la Planta se realiza por tubería forzada.

Los objetivos y los trabajos a realizar para la actualización y ampliación de la Planta Desaladora son los siguientes:

- o Optimizar el funcionamiento de los procesos actuales e incluir los avances tecnológicos en desalación que se han producido desde que se construyó la Planta Desaladora. En este sentido:
  - Se mejorará la hidráulica del sistema.
  - Se cambiará el sistema de recuperación de energía de la salmuera de las líneas con Turbinas Francis a Turbinas Pelton para obtener mayores rendimientos de recuperación de energía.
  - Se disminuirá el consumo específico de energía del agua producto.
  - Se cambiará el sistema de evacuación de salmuera para que toda la salmuera se descargue por gravedad.
  
- o Cumplir con la legislación actual y con la prevista en un futuro. Se va a realizar un diseño flexible que permita obtener el agua producto con una concentración de boro menor a 1 ppm o menor a 0,5 ppm. Para esto se instalará un nuevo segundo paso completo: bombas, bastidores, membranas, tubos de presión, etc. con dosificaciones de dispersante y sosa en la entrada del segundo paso.
  
- o Aumentar la producción de agua producto incrementando todo lo posible tanto el caudal de aporte de agua bruta como el

factor de conversión de la planta (factor de conversión = caudal de agua producida / caudal de agua bruta).

- o Trabajos generales de mejora de la instalación actual.

Para cumplir estos objetivos ha sido necesario, al igual que en la Planta Desaladora de Eivissa, analizar la Planta Desaladora existente y a partir de ahí realizar un nuevo diseño. Dicho diseño se resume a continuación.

En primer lugar, se ha buscado cual es el factor limitante del caudal de aporte a la Planta Desaladora. Se han analizado las velocidades en las tuberías de agua de aporte, los equipos de filtración, las bombas, los bastidores de ósmosis, etc. y se ha puesto de manifiesto que lo que limita el caudal de agua de entrada a la planta son las bombas de alta presión. Se han calculado las proyecciones de membrana del primer paso de ósmosis y se ha fijado la presión de las bombas teniendo en cuenta las peores condiciones de funcionamiento: membranas sucias y mínima temperatura. Con esta presión las bombas de alta son capaces de proporcionar un caudal de 36.840 m<sup>3</sup>/día.

Se va a instalar un segundo paso dividido en tres líneas al que podrá enviarse un 0%, un 33%, un 66% o un 100% del producto del primer paso. Antes de la entrada al segundo paso se dosificará dispersante y sosa. De esta forma se logra que:

- o Funcionando con las tres líneas del primer paso y dos líneas del segundo la concentración de boro en el producto sea inferior a 1 ppm, es decir, pasando el 66% de producto del primer paso al segundo. En este caso la producción será de 16.332 m<sup>3</sup>/día.

- o Funcionando con las tres líneas del primer paso y las tres del segundo paso la concentración de boro en el producto sea inferior a 0,5 ppm, es decir, pasando el 100% de producto del primer paso al segundo. En este caso la producción será de 15.749 m<sup>3</sup>/día.

Mediante la ampliación del sistema de evacuación de salmuera: arquetas y tuberías, se ha conseguido que toda la salmuera de la planta se descargue por gravedad.

#### **4.- CONCLUSIONES**

En los ejemplos expuestos se ha comprobado como es posible actualizar Plantas Desaladoras de Osmosis inversa de forma que: se aumente su producción, se mejore la calidad del agua producto, se cumpla la legislación vigente, se proporcione flexibilidad al funcionamiento de la planta, se disminuya el consumo específico de energía, se incrementen los rendimientos de equipos y procesos, se realice un mayor aprovechamiento del agua bruta y se mejore la hidráulica del sistema. Los resultados obtenidos con la nueva Planta actualizada son equivalentes a los que se obtendrían con la construcción de una nueva Planta desde el principio, pero con unos costes mucho menores.

El ahorro en los costes depende de cada proyecto en particular, en estos casos dos casos concretos, si se compara entre el coste de la actualización de las Plantas Desaladoras existentes con lo que costaría la construcción de unas nuevas, el ahorro sería de aproximadamente un 50% en la Planta de Ibiza y de un 80% en la de Sant Antoni de Portmany. Se debe tener en cuenta que la Desaladora de Sant Antoni

de Portmany requiere la realización de muchos menos trabajos que la de Ibiza.

Además con la actualización de estas dos plantas se consigue el “reciclado” de las ya existentes lo que además supone un gran ahorro en el coste medioambiental. El impacto medioambiental que van a producir ambos proyectos es mucho menor que el que supondría la construcción de nuevas Desaladoras.

Para realizar el estudio de la actualización de las Plantas Desaladoras se ha tenido que:

- o Estudiar y analizar en profundidad sus procesos, equipos y funcionamiento.
- o Recopilar todos los datos de la Planta Desaladora existentes necesarios, que pudieran resultar útiles.
- o Realizar un nuevo diseño de los procesos de la Planta desde el principio.

En cualquier caso antes de decidir la actualización de una Planta ya construida, deben establecerse una serie de factores que determinarán si es conveniente dicha actualización: el tiempo que ha pasado desde que se construyó la Desaladora, el diseño que se realizó de la procesos de la misma, los equipos instalados, los rendimientos de los procesos, las posibilidades de ampliación, el estado de la planta, la operación y el mantenimiento que se llevan a cabo, el presupuesto disponible y los objetivos del proyecto.