

ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

A1.1. INTRODUCCIÓN

A través de este capítulo se describen las instalaciones donde se llevan a cabo los estudios y pilotajes de membranas de ósmosis inversa en plantas desalinizadoras de agua de mar situadas en el Mediterraneo sur occidental.

A continuación, se indican los detalles de cada una de estas instalaciones que abastecen de agua potable a dos ciudades españolas. Seguidamente por tanto se explican en detalle los procesos de las mismas, incluyendo toma de agua de mar, pretratamiento físico químico y ósmosis inversa.

A1.2. DATOS DE PARTIDA

- **Planta Desalinizadora del Canal de Alicante 1**

La desaladora del Canal de Alicante I fue arrancada en septiembre de 2003, con una producción anual de agua potable de unos 18 hectómetros cúbicos. Las obras de ampliación ya inauguradas elevan la producción anual de la planta hasta los 24 hectómetros cúbicos, lo que representa un incremento anual de 6 hectómetros cúbicos. La ampliación de la planta ha sido llevada a cabo por una UTE formada por las empresas Ferrovial, Cadagua, Acciona Agua y Acciona Infraestructuras.

Los caudales aportados por la desaladora ampliada se consumen directamente en los municipios alicantinos de Alicante, Elche, Santa Pola y San Vicente del Raspeig, con una población superior a los 600000 habitantes, que llega hasta el millón en agosto.

Las obras han consistido, esencialmente, en la ejecución de nuevos pozos costeros de captación de agua de mar, en la ampliación de la filtración previa, en la instalación de dos nuevas líneas de producción, adicionales a las siete anteriores, y en la mejora medioambiental del vertido del agua de rechazo (salmuera), sustituyendo su vertido directo inicial por un vertido diluido en proporción no inferior a dos partes de agua de mar por una parte de salmuera, tanto de la generada por la desalinizadora ampliada como de la correspondiente a la nueva desalinizadora, recientemente adjudicada y cuyas obras de movimiento de tierras ya han sido iniciadas. Está previsto que esta nueva planta proporcione unos 24 hectómetros cúbicos adicionales desde el primer trimestre de 2008.

La planta desaladora existente tenía una capacidad de producción neta de 50000 m³/día de agua producida, operando de forma continua (24 horas/día) y, por tanto, equivalente a un caudal horario de 2083,4 m³, mediante 7 líneas de producción. La ampliación se ha realizado mediante la inclusión de 2 líneas nuevas, idénticas a las 7 líneas existentes, en la superficie que se dejó preparada para tal efecto en el interior de la nave de producción. De esta forma la capacidad de la planta se amplía a 64300 m³/día de agua producida, operando de forma continua (24 horas/día) y, por tanto, equivalente a un caudal horario de 2680 m³/h.

Toma de agua de mar

Para la producción anterior de 50000 m³/día se habían construido 22 pozos (encamisados con tubería de material plástico) de los cuales 18 tienen una profundidad de 50 m y 4 de 100 m. Para la nueva toma de agua de mar, se han construido de 11 nuevas perforaciones, idénticas a las anteriores, pero con una profundidad de 150 m.

Bombeo de agua de mar

Por cada pozo se ha instalado una bomba sumergible de 75 kW de potencia, 11 unidades, idénticas a las existentes, con variador de frecuencia, capaces cada una de ellas de impulsar 90 l/s, dependiendo del nivel existente en cada pozo de bombeo. En cada pozo se ha construido en su parte superior una arqueta de hormigón donde se ha instalado la correspondiente válvula de retención, válvula de aislamiento motorizada y medidor de caudal.

Se ha instalado asimismo un colector de impulsión de agua de mar, de diámetro DN 1000, hasta el colector de impulsión existente de diámetro DN 1100. El colector se ha fabricado en PRFV. Para la eliminación del golpe de ariete se instalaron dos válvulas de venteo de 1" y 2" por cada bombeo. Paralelo al colector de impulsión se ha instalado una tubería de PRFV DN 250 y se le ha dotado a cada bombeo de una válvula de mariposa motorizada, también de ese mismo tamaño, para conectarla con la tubería de impulsión; de esta forma se podrán enviar los primeros bombeos de cada pozo al colector de salmuera y evitar que envíen los detritus de los pozos y demás suciedades a los filtros de arena.

Pretratamiento

Se describen a continuación los equipos de pretratamiento existentes en la planta y que se utilizan también en la ampliación. Tan sólo se ha instalado un nuevo filtro de cartuchos. El pretratamiento del agua de mar sirve para garantizar las condiciones óptimas del agua de

alimentación a los bastidores de osmosis inversa, desde el punto de vista de las propiedades físicas y químicas. Consta de las ocho etapas siguientes:

- Dosificación de hipoclorito sódico
- Dosificación de coagulante
- Filtración sobre arena
- Bombeo del agua de mar filtrada
- Dosificación de ácido sulfúrico
- Adición de dispersante
- Filtros de cartuchos
- Dosificación de bisulfito sódico

Se consideró un pretratamiento completo para asegurar un adecuado equipamiento de la instalación ante cualquier eventualidad que pudiera surgir con el agua bruta a tratar. Las etapas del pretratamiento que se precisan para la operación de la planta (desde el punto de vista del proceso) son las siguientes:

- Filtración sobre arena
- Control del pH (dosificación de ácido)
- Filtros de cartuchos

En cualquier caso, la inclusión de los equipos dosificadores de hipoclorito sódico, coagulante, dispersante y bisulfito sódico fue obligada para una planta de la capacidad que se construyó.

Dosificación de hipoclorito sódico

En el caso de que se detecte una importante actividad biológica en el agua bruta de mar, se procede a una desinfección mediante cloración en cabecera. Como oxidante se emplea hipoclorito sódico a una dosis máxima de diseño de 2 mg/l como cloro activo. El equipo de dosificación consta de un depósito de 30000 litros, dos bombas dosificadoras (una de reserva) y una bomba de carga desde el camión. La instalación existente era suficiente para cubrir las necesidades de las dos nuevas líneas de funcionamiento de que consta la ampliación.

Dosificación de coagulante

Gracias a la toma de pozo, el agua bruta tiene un bajo índice de colmatación (SDI) y no se precisa la coagulación. El equipo de dosificación consta de un depósito de 30000 litros, dos bombas dosificadoras (una de reserva) y una bomba de carga desde el camión. La instalación existente también era suficiente para cubrir las necesidades de las dos nuevas líneas de funcionamiento de la ampliación.

Filtración sobre arena

El agua de mar se filtra a través de 10 filtros de gravedad, construidos en hormigón, utilizándose los existentes para la ampliación de las nuevas líneas. El lecho de los filtros es de arena, con una altura de la capa filtrante de 1000 mm. La velocidad de filtración, con la ampliación pasa de 8,36 m/h en condiciones normales ó 9,29 m/h cuando un filtro se esté lavando a 10,83 m/h ó 12,04 m/h.

Para el lavado del lecho filtrante se emplea la técnica combinada de aireagua, utilizando agua de mar filtrada. El ciclo de servicio de los filtros (horas de operación entre lavados) depende de la calidad del agua bruta. La secuencia de lavado se efectúa de forma automática, y para ello se instalaron válvulas con accionamiento neumático.

Los diez filtros disponen de un sistema de pérdida de carga que origina la alarma por ensuciamiento del lecho de arena.

Los filtros se cubrieron adecuadamente, para evitar el crecimiento biológico por la luz solar.

Bombeo de agua filtrada

El agua filtrada pasa a un depósito construido en hormigón con impermeabilización interior. Para el lavado de los filtros de arena se instalaron 3 grupos motobombas (uno de reserva) de 900 m³/h a 9 m.c.a., no necesitándose incrementar el lavado para esta ampliación. Desde este mismo depósito se bombea el agua filtrada a los filtros de cartuchos, mediante 6 grupos (uno de reserva, para la fase de siete bastidores), de 1050 m³/h a 59 m. Por tanto, en la fase actual (nueve bastidores) se utilizan los seis grupos de bombeo instalados.

Las seis bombas de agua filtrada en servicio se dotaron de variadores de velocidad con el fin de optimizar el consumo energético de la planta, reduciendo la energía disipada en la válvula de

control aguas arriba de los bastidores de membranas, así como de adaptarse al caudal demandado por los bastidores en operación.

Dosificación de ácido sulfúrico

La acidificación del agua de mar se precisa para evitar la precipitación de carbonato cálcico sobre las membranas y las características del agua de mar obligan a dicha acidificación para conseguir un índice Stiff and Davis (S&D) negativo en el concentrado o salmuera.

Para el estudio de la dosis adecuada de ácido sulfúrico se consideraron los siguientes criterios:

- Un valor del índice Stiff and Davis ligeramente negativo es aceptable desde un punto de vista de la precipitación, del CaCO_3
- No existe para este índice diferencia apreciable entre las temperaturas mínima (18°C) y máxima (22°C) consideradas en el proyecto
- Por las consideraciones anteriores, hemos efectuado el diseño de los equipos de dosificación de ácido para ajustar un pH final de alimentación a bastidores de 7,0 independientemente de que posteriormente se decidiese trabajar a pH más altos. La dosis resultante para una acidificación a $\text{pH} = 7,0$ fue de 19 ppm de H_2SO_4 al 100%, y se tomó una dosis de diseño de 30 ppm para el dimensionado del equipo de dosificación. El equipo dosificador consta de:
 - Un depósito de almacenamiento de H_2SO_4 al 98%, de 30000 litros.
 - Una bomba centrífuga para trasiego del ácido desde el camión cisterna a dicho depósito.
 - Dos bombas dosificadoras (una de reserva).

El control de la dosificación de ácido sulfúrico se efectúa mediante un controlador de pH que gobierna los variadores de velocidad de las bombas dosificadoras. La instalación existente era suficiente para cubrir las necesidades de las dos nuevas líneas de funcionamiento.

Adición de dispersante

Para las nuevas condiciones de operación de la planta era recomendable la adición de un dispersante o antiincrustante dado el elevado valor de la salinidad en el rechazo. Las proyecciones o cálculos realizados con el programa del fabricante de las membranas recomendaban una dosis de dispersante de 2,0 mg/l. No obstante, y para garantizar la seguridad

de las membranas frente a posibles precipitaciones de CaSO_4 , BaSO_4 , SrSO_4 y CaF_2 , (sales poco solubles que podrían colmatarlas), se adoptó una dosis de 3,0 mg/l.

Se adoptó un polímero orgánico como dispersante y la dosis de diseño considerada fue de 3,0 mg/l. El equipo de dosificación consta de 2 cubas, una en dosificación y otra en preparación de la solución al 10% y dos bombas dosificadoras (una de reserva). La instalación existente era suficiente para cubrir las necesidades de las dos nuevas líneas de funcionamiento.

El agua de mar pretratada y debidamente acondicionada, pasaba a través de 6 filtros de cartuchos trabajando en paralelo, de modo que la reposición de cartuchos de uno de ellos no obligue a la parada de una línea de producción.

Para la nueva ampliación de dos bastidores más de membranas se ha instalado un nuevo filtro de cartuchos, con lo que la instalación pasa de tener 6 unidades a tener 7. Los elementos filtrantes son de polipropileno, con un grado de filtración de 5 micras nominales.

El ensuciamiento de los cartuchos se controla mediante un manómetro de presión diferencial que originará la alarma correspondiente y de la medida de caudal independiente de cada filtro de cartuchos.

Dosificación de bisulfito sódico

Debido a la posible cloración del agua de mar, el agua filtrada puede contener cloro libre residual a unos niveles de aproximadamente 0,5 mg/l, siendo precisa su reducción total, ya que dicho oxidante degradaría irreversiblemente las membranas de poliamida. Para conseguir dicha reducción se dosifica bisulfito sódico, siendo la dosis considerada de 5 mg/l.

El equipo de dosificación consta de una cuba de 2000 litros provista de agitador, que se instaló en una sala aislada para la preparación de la dilución, una bomba de trasiego para enviar el producto preparado a las cubas de almacenamiento, dos cubas para almacenar cada una de ellas 2000 litros provistas de sus correspondientes agitadores y tres bombas dosificadoras (una de reserva), con variadores de velocidad, para dosificar el producto antes y después de los filtros de cartucho. La instalación existente era suficiente para cubrir las necesidades de la ampliación.

El control de la dosificación de bisulfito sódico se efectúa mediante un sistema de regulación automática que, teniendo en cuenta el potencial Red-Ox en el agua de alimentación, gobierna el caudal de las bombas dosificadoras actuando sobre los variadores de velocidad de los motores correspondientes.

La medición general de los parámetros principales del agua de alimentación (pH, potencial redox, conductividad) se realiza en cada una de las dos mitades del colector común de alimentación, antes de la bifurcación hacia el primer tren de O.I. Como medida de seguridad, se instalaron medidores de potencial Red-Ox en la aspiración de cada una de las bombas de alta presión.

Ósmosis Inversa

Según lo explicado en puntos anteriores, debido a la composición química del agua de mar que se envía a la Planta, la conversión necesaria es del 40%.

Número de líneas

La capacidad de la planta se obtuvo con 7 líneas de producción, cada una de ellas proyectada para 7200 m³ brutos/día de agua desalada. Para la nueva ampliación se han instalado dos líneas más, idénticas a las existentes, en las bancadas, canales, etc, que se dejaron preparadas cuando se instalaron las anteriores líneas.

Cada nueva línea es exacta a las anteriormente existentes formadas por dos sistemas dispuestos en serie: bombeo de alta presión y bastidor de ósmosis inversa.

A continuación, describiremos la osmosis inversa propiamente dicha, la cual consta de 3 partes esenciales:

- Bombeo de alta presión.
- Bastidores de ósmosis inversa.
- Sistema de desplazamiento y limpieza química.

Bombeo de alta presión y recuperación de energía

La instalación de ampliación se ha proyectado con 2 grupos de alta presión (un grupo por cada bastidor de módulos).

Cada grupo de alta presión consta de:

- Bomba de alta presión, centrífuga, horizontal y multietapa, doble voluta, partida horizontalmente, impulsores en oposición y simple aspiración
- Turbina Pelton de recuperación de energía, con servomotor lineal y ajuste de posición con inyector por control remoto

- Motor eléctrico de accionamiento, doble extensión de eje, tropicalizado, con resistencias de caldeo y RTD's en devanados
- Bancada común a bomba, motor y turbina. Cada bomba incluye:
- Acoplamiento flexible con espaciador entre motor y bomba
- Guarda-acoplamiento
- Sellado de los ejes mediante cierresmecánicos simples y equilibrados
- Tubería de inyección a los cierres de la primera etapa (API plan 11)
- Cojinetes radiales de camisa y de empuje de bolas
- Lubricación por anillo de aceite, con aceitador de nivel constante
- Termorresistencias en cajas de cojinetes
- Rotor equilibrado estática y dinámicamente

Cada turbina incluye:

- Dos toberas de accionamiento (una manual y otra motorizada)
- Rueda equilibrada dinámicamente

Bastidores de osmosis inversa

Las membranas consideradas por la UTE para la ampliación son de arrollamiento en espiral, fabricadas en poliamida, por Toray. Las características más significativas de las membranas reflejadas en esta ampliación son las siguientes:

- Fabricante: Toray
- Modelo: SU-820 FA
- Material: Poliamida (TFC)
- Presión máxima de operación: 70 bar Las características principales de cada bastidor de la ampliación son las siguientes:
- Conversión: 40%

- Disposición: Un paso y una etapa
- Nº de bastidores: 2
- Nº de tubos por bastidor: 104
- Nº de membranas: 7 por tubo
- Nº de tubos en total: 208
- Nº de membranas en total: 1456
- Producción por cada bastidor: 7200 m³/día
- Salinidad del permeado: < 400 mg/l

Sistema de desplazamiento y limpieza química

Se consideró un sistema para el desplazamiento del agua de mar y para limpieza química de las membranas. Los componentes principales de dicho sistema son los siguientes:

- Un depósito construido en PRFV de 25000 litros para desplazamiento
- Dos bombas centrífugas (1 + 1R) de 350 m³/h
- Un depósito de productos químicos de 25000 litros para la limpieza
- Un filtro de cartuchos

El sistema de limpieza química se emplaza en el edificio de bombeo de agua producto, y el depósito de desplazamiento se sitúa en la entrada de la tubería de agua permeada al depósito.

De esta manera, las bombas de limpieza química y desplazamiento pueden aspirar del depósito de limpieza química o del depósito de desplazamiento para realizar la introducción de productos de limpieza a las membranas o para desplazar el agua de mar/salmuera de su interior, respectivamente. La instalación existente era suficiente para cubrir las necesidades de la ampliación.

Sistema de desplazamiento

El desplazamiento es una función de rutina que se realiza cuando la planta se pone fuera de servicio por un tiempo apreciable. Su objeto es aclarar las altas concentraciones salinas

existentes en las membranas y bombas, previniendo las posibles precipitaciones que afectarían al rendimiento y vida de los equipos.

Asimismo, el desplazamiento se requiere antes, durante y después de la limpieza química de las membranas. El agua dulce requerida para el desplazamiento del agua de mar se toma de un depósito instalado a tal efecto en la entrada de agua permeada al depósito de almacenamiento.

Sistema de limpieza química

La limpieza química es una operación que se realiza para eliminar acumulaciones de suciedad en las membranas y que ocurren después de períodos relativamente largos de servicio.

La técnica consiste en recircular la solución limpiadora a alta velocidad a través de todas las membranas. La frecuencia de una limpieza química dependerá de la calidad del agua de alimentación a la ósmosis inversa, y de la operación general de la planta. La necesidad para una limpieza química puede estar determinada por cualquiera de estas circunstancias:

- Alta presión diferencial (alimentación / concentrado)
- Pérdida de productividad (bajo caudal de agua producida)
- Deterioro de la calidad del agua producida (alta conductividad)

El tipo de solución limpiadora requerida, depende de la causa del ensuciamiento, y los diferentes procedimientos de limpieza química se llevan a cabo conforme con las guías expresas del fabricante de las membranas.

Remineralización

Para la remineralización del agua de la ampliación se utilizan los equipos existentes aumentando la dosificación en función del nuevo caudal de agua producida. El permeado de la ósmosis inversa se somete a un proceso de remineralización al objeto de que el agua producida posea valores en el entorno de los 25 mg/l Ca. Se considera que este valor es suficiente ya que en el abastecimiento este agua se mezcla con otras aguas superficiales con lo cual se consiguen valores de dureza por encima de los 60 mg/l Ca indicados en la legislación.

Dosificación de hidróxido cálcico

El sistema de manejo, preparación y dosificación de cal existente, era suficiente para cubrir las necesidades de las dos nuevas líneas de funcionamiento y que consta de las siguientes partes:

- Un silo de 50 m³ equipado con sus correspondientes filtros de mangas, extractores vibrantes, etc.
- Dos transportadores de sin-fin
- Dos cubas para la preparación de la suspensión de cal de 3000 litros
- Dos grupos motobombas (una de reserva) para envío de la lechada de cal a la cámara de remineralización de 20 m³/h

Depósito de agua producida (permeado)

El agua producida por los diferentes bastidores de O.I. se recoge en un colector general, a partir del cual se conduce directamente al depósito de agua producida de 2000 m³ de capacidad construido en hormigón armado de sección rectangular e impermeabilizada interiormente. Además de servir como regulador del bombeo al exterior, este depósito tiene principalmente la labor de abastecer al consumo interior de la propia IDAM. El agua que debe usarse para la preparación de reactivos, limpiezas químicas, desplazamientos, en definitiva, que tomará contacto con las membranas debe de estar exenta de cloro y poseer un carácter ácido. Por tanto, se instaló un depósito de 25 m³ de capacidad construido en PRFV en la entrada del agua permeada al depósito, de tal forma que los reactivos que se dosifican en esta agua nunca puedan entrar en él, sirviendo éste como depósito de desplazamiento.

Bombeo de agua producida

Se consideró una estación de bombeo de agua producida por la IDAM hasta el depósito regulador, formado por cuatro grupos motobombas iguales (uno de reserva), con una capacidad total de bombeo de 50000 m³/día (695 m³/h por unidad). Sin embargo en la sala de bombas de agua producto se dejó ejecutada la obra civil necesaria para la instalación de dos bombas más, capaces de impulsar junto a las instaladas 81000 m³/día. Por tanto para esta ampliación se han instalado las dos bombas de impulsión de agua producto con sus correspondientes juegos de tuberías y válvulas tanto en aspiración como en impulsión.

Tubería de impulsión

La tubería de impulsión de la IDAM hasta el depósito regulador tiene la capacidad requerida para la producción de 81000 m³/día, por lo que no ha sido necesaria obra alguna para esta ampliación.

Se instaló una conducción de 21884 m de longitud de los que 8230 m son de tubería de acero helicosoldada de 1100 mm de diámetro nominal y 9,50 mm de espesor y el resto de DN 700, fabricada en fundición dúctil con recubrimiento interior de mortero de cemento.

En los terrenos de la desaladora se instaló el sistema antiarriete de dicha conducción consistente en dos depósitos de 50000 litros de capacidad y 20 kg/cm² de presión máxima de servicio y el P.K. 16,428 se construyó una chimenea de equilibrio de 3,5 m de diámetro.

Dosificación de hipoclorito sódico

El agua producida debe contener cloro libre residual y para ello se dosifica hipoclorito sódico a una dosis de diseño de 0,5 g Cl₂/m³ de agua. El equipo de dosificación consta de un depósito de 8000 litros y dos bombas dosificadoras (una de reserva). La instalación existente era suficiente para cubrir las necesidades de la ampliación.

Evacuación del vertido

Los vertidos generados por la IDAM son salmuera o rechazo de la O.I., agua de lavado de los filtros de arena, vertidos de limpieza de membranas y drenajes de suelos y otros vertidos de menor relevancia. Los vertidos correspondientes a la salmuera son continuos y los demás son intermitentes o esporádicos.

La instalación existente era suficiente para cubrir las necesidades de la ampliación.

Entre las recomendaciones del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Ampliación de la Desaladora del Canal de Alicante, figuraba la conveniencia de diluir el rechazo del agua de rechazo, antes del vertido, con agua de mar.

Teniendo en cuenta que la conducción y la obra de vertido del agua de rechazo existente se utiliza para verter los rechazos tanto de la actual desaladora, una vez ampliada, como de la futura desaladora (Alicante II), el caudal del agua de rechazo de ambas plantas será de 160000 m³/día. Los estudios de modelos de dilución realizados han puesto de manifiesto que la proporción aceptable es 1/1. No obstante se consideró aconsejable dimensionar la toma de

agua de mar para que pueda aportar, si resulta necesario, 320000 m³/día, con lo que la proporción de dilución, con las dos plantas a pleno rendimiento, es de 2/1.

Para la dilución del agua de rechazo se proyectaron las siguientes obras:

- Obra de toma en el mar
 - Estación de bombeo
 - Conducción hasta la obra de vertido
 - Conexión con la obra de vertido
 - Equipos eléctricos y de comunicación
- **Planta Desalinizadora de Carboneras**

La planta desalinización de Carboneras, propiedad de Acuamed, fue proyectada en 1999. Con una capacidad de producción de 42 hm³/año, aproximadamente 120000 m³/día, y una red de tuberías de distribución de 120 km. En ese momento fue la planta de desalinización más grande de Europa, y un modelo tecnológico ideal para grandes plantas desaladoras tal y como se muestra en la figura A1.1.

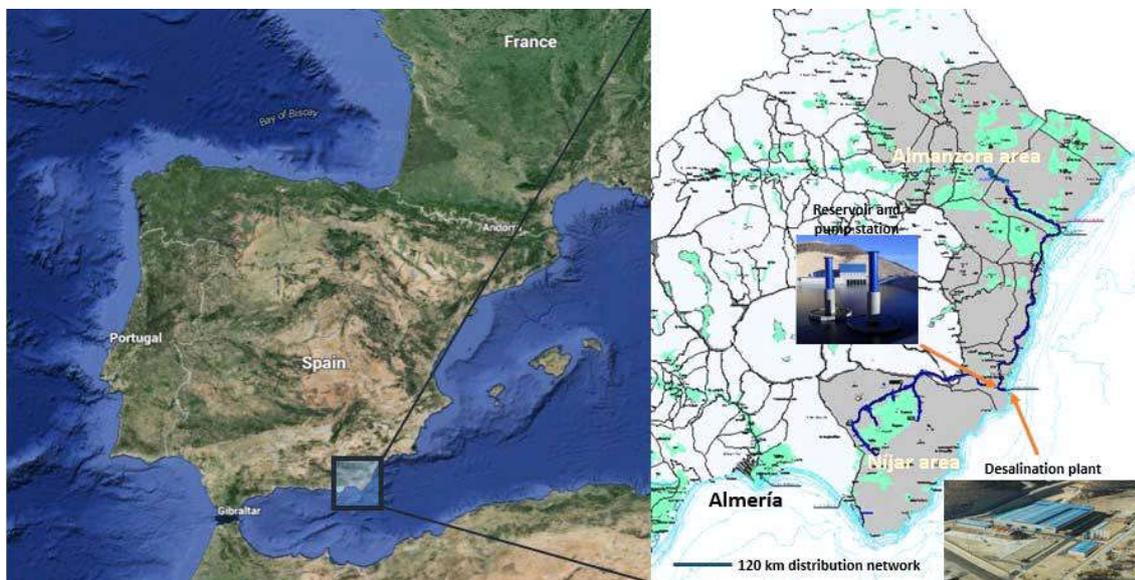


Figura A1.1. Planta de desalinización y ubicación de la red de distribución

La planta es capaz de proporcionar 24,5 hm³/año el agua para regar 7000 ha de invernaderos y cultivos intensivos en el área de Níjar y 17,5 hm³/año para el consumo humano al municipio de Níjar y otros 16 municipios adicionales localizados en el área de Almanzora baja. En mayo de 2011, se completó el trabajo de la construcción de sistema de captación de agua salada de la planta de desalación de Las Carboneras (Almería-España) como se indica en la figura A1.2.



Figura A1.2. Nuevo consumo de agua de mar (HDPE de 2000 mm, 1051 m de largo, -38 m de profundidad)

Desde entonces, la captación de agua fue localizada a 35 metros de profundidad en vez de los 14 m de profundidad de la captación anterior. El resultado más significativo fue un nuevo escenario térmico: más estable en el tiempo, y temperaturas máximas más bajas.

Temperaturas máximas más bajas favorecen requerimiento the calidad de agua, ya que el rendimiento de las membranas mejora a temperaturas más bajas. Por este motivo nuevos diseños y oportunidades de operación aparecieron para mejorar el rendimiento energético del proceso.

La eficiencia energética, es uno de los factores más importantes para Acuamed, dado que los precios de la energía han aumentado sobre el 60 % en los últimos 10 años en España para las empresas medianas, y representa un 50% de los costes de operación de planta desaladora de capacidad de producción media-alta. Además, mejores prácticas en el consumo energético y en la contratación del suministro de energía han sido aplicadas, con el objetivo de minimizar los costes de energía. Cualquier reducción del consumo específico o en coste de compra de energía,

llevara a importantes ahorros económicos. De esta forma, el diseño óptimo de la configuración de la membrana, es un factor clave para la eficiencia energética para la planta de desalinización.

Teniendo en cuenta el proceso de sustitución y proyectos de modernización se iban a cometer en la planta de Las Carboneras, una prueba piloto fue ejecutada, bajo este nuevo escenario térmico.

El propósito de este estudio fue, por una parte, comparar el rendimiento de las membranas de los diferentes fabricantes, y por el otro lado, determinar la configuración óptima de la membrana, requerida para conseguir la calidad y cantidad de agua necesarias bajo las nuevas.

Aspectos destacados

La captación del agua de mar (en toma de mar) se lleva a cabo mediante 2 colectores de 2 metros de diámetro y 300 de longitud colocados en el fondo marino.

Dosificación de hipoclorito sódico para al agua bruta.

Bombeo de agua bruta mediante 14 bombas que proporcionan un caudal de 965 m³/h cada una.

Filtración sobre arena mediante 14 filtros metálicos horizontales ebonitados de 3200 mm de diámetro y 11000 mm de longitud.

Sistema de dosificación de dispersante/antiincrustante para evitar la posible precipitación de las sales en el sistema.

Sistemas de filtración de seguridad compuesta por 14 filtros de cartuchos horizontales. Cada uno de ellos contiene 12 cartuchos de 20 micras absolutas.

Dosificación de metabisulfito para neutralizar el agente oxidante inyectado en la fase anterior.

Bombeo de alta presión y recuperación de energía mediante 14 grupos turbobomba (12+2 reserva) compuestos por bomba, motor y turbina Pelton.

12 bastidores con una capacidad de producción de 10000 m³/día formado por 140 tubos de presión y dentro de cada tuno 7 membranas de poliamida aromática.

Conversión 45%.

Remineralización mediante Cal y CO₂.

Depósitos de agua tratada de 2500 m³ y 16500 m³.

Dilución de la salmuera de rechazo en dilución 4:1 con agua de mar para evitar cualquier impacto en la Posedonia Oceánica.

