

## RO-EC

### MANUAL OPERATIVO



## 1 Campo de utilización

Las condiciones de aplicación de las RO vendrán definidas en principio por las características físico químicas del agua. Si alguno de los parámetros a continuación expuestos no se cumpliera es necesario el estudio de un pretratamiento adecuado para el acondicionamiento del agua a las necesidades del proceso de la osmosis inversa.

SDI	<4 (15 minutos)
TDS	<3000 ppm
Temperatura del agua	10 a 35 °C
Dureza total	<10 °F
pH	<7
NTU	<1
Cloro libre	Exento
Fe	<0,05 ppm
Mn	<0,05 ppm
Tensioactivos	0 ppm
Aceite	0 ppm
Disolventes	0 ppm
Bacterias	Exento

## 2 Recomendaciones sobre pretratamientos

Cada tipo de agua tiene unas características fisicoquímicas diferentes que exigen un estudio específico del pretratamiento necesario, en función de un análisis fisicoquímico realizado a partir de muestras recogidas en la alimentación de la planta de osmosis inversa. En caso de que el agua sufra variaciones estacionales, en cuanto a su composición química se refiere, la muestra que será la utilizada para la proyección del equipo, será la de peor calidad obtenida. Posteriormente se efectuaran análisis periódicos para corregir el pretratamiento, así como la proyección de la RO, si es que se presentaran variaciones significativas en cuanto a la composición química del agua se refiere.

Por lo tanto las recomendaciones expuestas a continuación, son simplemente ideas fundamentales, que nunca supondrán la eliminación de un estudio en profundidad del pretratamiento a seguir.

Filtrado La filtración en el agua de alimentación será aun nivel mínimo de filtrado de 5 µm y con unos índices de SDI y de NTU detallados en el apartado "Campo de utilización". Es de uso frecuente la instalación de un filtro de silex antracita y posteriormente una cascada de filtros con un índice decreciente de filtrado.

Fe y Mn Para su eliminación es precisa en primer lugar su oxidación mediante la dosificación de cloro y disponer de un depósito de contacto bien dimensionado para que el tiempo de contacto con el agua sea suficiente para la correcta oxidación. A continuación se eliminaran los óxidos en un lecho de pirolusita.

Cloro libre En pequeños equipos se utiliza con más frecuencia lechos de carbón activado, tanto por su poder de decoloración, por su facilidad de aplicación, como por su poder de afinado del agua. En plantas mayores, por criterios económicos, la decoloración se efectúa por medio de la dosificación de bisulfito sódico en una proporción de 5 ppm por cada ppm de cloro libre en el agua.

pH En ocasiones es necesario ajustar el pH a un parámetro determinado por exigencias de aplicación. Generalmente el agua osmotizada tiene un rango de pH bajo para un determinado número de aplicaciones. Los métodos de neutralización más empleados son la instalación de un filtro de carbonato cálcico o la inyección de hidróxido sódico a través de una bomba dosificadora. Evidentemente existen otros muchos reactivos aplicables a esta finalidad y su aplicación dependerá de un estudio más detenido.

Dureza Comúnmente se aplican varios métodos para evitar los efectos perniciosos de las aguas duras sobre las membranas.

- Pequeños equipos o aplicaciones especiales: descalcificación por resinas de intercambio iónico.
- Grandes instalaciones: adecuando el índice de Langelier, mediante el ajuste del pH con la dosificación de ácido, en un nivel que no sea posible la precipitación.
- Es también de uso frecuente la inyección de complejos químicos inhibidores de la incrustación que además tienen otras funciones, como la de secuestrar diferentes componentes presentes en el agua.

### **3 Principales componentes del sistema**

#### **a) Filtro 5 micras**

Este filtro se encarga de eliminar todos los sólidos en suspensión, presentes en el agua, con un micraje superior a 5  $\mu\text{m}$ . Las bujías se reemplazaran, como máximo, cada seis meses de funcionamiento de la maquina.

#### **b) Electroválvula de entrada**

La misión de esta electroválvula es la de impedir la circulación del agua a través de la maquina cuando esta está en un proceso no operativo.

#### **c) Presostato de entrada**

Detecta una presión defectuosa o la carencia total de alimentación del equipo.

#### **d) Bomba de presión**

Esta bomba nos dará la presión y caudal necesarios, requeridos por la proyección, para el correcto proceso de la osmosis inversa. El funcionamiento de la bomba esta controlado por el cuadro de control RO. Este dispone de las protecciones necesarias, tanto a nivel de potencia como de maniobra.

#### e) Caudalímetros

La finalidad de los caudalímetros es la de ajustar todos los valores de proyección, en cuanto a caudales se refiere, a los parámetros establecidos. De esta manera el operario que efectúe el mantenimiento y control del equipo podrá evaluar el correcto funcionamiento de la maquina chequeando visualmente los caudales de la RO. En nuestra maquina encontramos los siguientes caudalímetros: -Caudalímetro de rechazo: en él podemos leer el volumen del caudal de rechazo en litros por minuto. La regulación del caudal la conseguimos mediante el regulador de flujo de rechazo. -Caudalímetro de producto: nos proporciona el caudal de agua osmotizada. Este volumen ha de ser el determinado por la proyección con los márgenes de variación que condicionan los factores externos. El principal parámetro que nos influirá en el volumen de agua producida será la temperatura. A mayor temperatura mayor producción con una menor presión osmótica y una disminución de la calidad de producto. -Caudalímetro de recirculación: nos proporciona el caudal de rechazo recirculado dentro del sistema. La regulación del caudal la conseguimos mediante el regulador de flujo de recirculación.

#### f) Manómetros

Según modelo de la planta, se incorporan los siguientes manómetros:

-Manómetro presión de entrada: con este manómetro tenemos la lectura de la presión de alimentación, pudiendo de esta manera detectar cualquier cambio en dicha presión. Se recomienda que esta presión sea lo más estable posible. De esta manera se evitan desviaciones en los parámetros de funcionamiento, ya que el cambio de la presión de entrada producirá un cambio directamente proporcional en la presión de bomba, conllevando esto un cambio en los demás parámetros de funcionamiento. -Manómetro presión bomba: la toma de presión de este manómetro esta ubicada a la salida de la bomba. Su finalidad es conocer la presión que ofrece la bomba y ver que sea la correcta según la proyección de la RO. También podemos calcular la perdida de carga en los contenedores contrastando esta presión con la que ofrece el manómetro de trabajo. Este valor puede tener pequeñas desviaciones a causa del cambio en la temperatura del agua. También puede verse afectada por un cambio en la calidad del agua de alimentación. Esto en cuanto a factores normales en el funcionamiento.

-Manómetro de trabajo: este manómetro refleja la presión existente a la salida de los contenedores. Como anteriormente hemos dicho sirve para detectar el ensuciamiento de las membranas. En las hojas de control de la maquina se prestara especial atención a la evolución de este diferencial de presión causado por el paso del agua por las membranas. Ante un anormal aumento de la diferencia de presión hay notificarlo al SAT.

-Manómetro de producto: Algunos modelos incorporan un manómetro para la salida del producto.

#### g) Reguladores de presión y caudal

-Regulador de rechazo: este regulador que es una llave de aguja, tiene la finalidad de adaptar el volumen de rechazo al marcado por el estudio de proyección de la RO. La visualización de este caudal la obtendremos mediante el caudalímetro de rechazo. La presión de proyección la conseguiremos con este regulador y el de bomba.

-Regulador de recirculación: este regulador que es una llave de aguja, tiene la finalidad de adaptar el volumen del rechazo recirculado al marcado por el estudio de proyección de la RO. La visualización de este caudal la obtendremos mediante el caudalímetro de recirculación. Un aumento en el caudal recirculado disminuye el caudal de agua de alimentación y resulta en un aumento de la conductividad del producto.

h) Electroválvula de lavado. Debido a la velocidad de paso del agua por los contenedores, siempre podemos encontrar algún sólido en suspensión que se deposite sobre las membranas por lo que nuestras máquinas disponen de un lavado automático programado cronológicamente. De esta manera cada cinco horas se efectúa una apertura rápida de la electroválvula de rechazo, aumentando la velocidad del agua en los portamembranas e induciendo el arranque de los depósitos existentes.

i) Membranas En ellas se realiza el proceso de la osmosis inversa. La disposición y número de membranas vendrá predeterminado por la proyección de la máquina, teniendo en cuenta el análisis del agua de alimentación, el volumen de agua de producto necesitado y el rendimiento precisado.

j) Sonda de conductividad del producto Esta sonda efectúa la lectura de salinidad a la salida de las membranas. Esta conductividad siempre será legible en el cuadro de control, cuando la máquina este en servicio.

#### **4 Cuadro**

Cuadro principal: este armario gestiona en su totalidad el funcionamiento de la planta RO, en este manual se dispone de los esquemas completos del cuadro así como de sus componentes y descripciones. Seguidamente expondremos el funcionamiento y características del cuadro de maniobra y control RO.

##### **4.1 Elementos que se encuentran en la puerta y panel**

###### Medidor de conductividad del agua de producto (TDS).

Refleja constantemente la conductividad de agua producida, cuando la máquina se encuentre en funcionamiento. El empeoramiento en la calidad del agua de producto denota un funcionamiento incorrecto de las membranas. Tanto por un ajuste indebido de los valores de proyección, como por un ensuciamiento.

###### Interruptor general (QS1).

Este interruptor de enclavamiento mecánico cumple con las funciones de liberar de tensión a toda la máquina y cuadro, y evitar la apertura indebida del armario con la máquina en marcha y los elementos bajo tensión.

###### Interruptor Paro / Marcha (S1).

Este interruptor permite el arranque y paro de la planta, no permitiendo ningún otro tipo de alarma.

###### Piloto Rojo. Tanque lleno. (HL1)

Permanece encendido si el tanque de acumulación de agua producida se encuentra lleno. (Boya NC. Conectada al bornero XT1 23-24)

Piloto Rojo. Presión de agua de aporte insuficiente. (HL2).

Permanece encendido si la presión de entrada de agua de aporte cae por debajo de 2 bar. (Tarados sobre el presostato de entrada Kp).

Piloto Verde. Producción. (HL3).

Permanece encendido mientras la planta se encuentre produciendo agua.

Piloto Amarillo. Flushing (HL4).

Permanece encendido mientras la máquina esté realizando un ciclo de limpieza de membranas.

Los ciclos de limpieza se realizan con cada entrada en producción y cada 5 horas (Temporizador KTh) durante 60 segundos (Temporizador KTs).

Amperímetro (A1).

Informa del consumo instantáneo en amperios del motor de la bomba.

Voltímetro (V1).

Informa de la tensión de alimentación entre fases.

#### **4.2 Elementos del interior del armario**

Bornero de conexión ( XT1 )

Es el puerto de enlace del cuadro con todos los componentes exteriores. Su descripción viene detallada en los esquemas del cuadro.

Interruptor General (QS1).

Interruptor Magnetotérmico (QS2).

Protección contra sobrecorrientes en la rama del motor de la bomba.

(Según modelos también actuará sobre la rama del motor de la bomba auxiliar.

Interruptor Magnetotérmico (QS3).

Protección contra sobrecorrientes en la rama del motor de la bomba auxiliar.

(Según modelos).

Interruptor Magneto térmico (QD).

Protección contra sobrecorrientes en la rama de control del sisma.

Contactador y relé térmico (KM2 QM2).

Contactos de potencia y protección térmica del motor de la bomba.

Contactador y relé térmico (KM3 QM3).

Contactos de potencia y protección térmica del motor de la bomba auxiliar.

Relé temporizado a la conexión (KTs)

Determina la duración de un ciclo de limpieza, flushing.

Relé temporizado a la conexión (KTh).

Determina el periodo de los ciclos de limpieza.

Relé de contactos conmutados (K).

Se encuentra activado cuando el tanque está vacío (Kb de la bomba NC).

## **5 Conexionado**

### **5.1 Conexión a la red de suministro para la alimentación de agua**

Tendremos en cuenta lo ahora expuesto: se calculará adecuadamente la sección del ramal previsto para la alimentación, de forma que cumpla los requisitos mínimos de suministro necesitados en nuestra maquina, tanto en el proceso de osmosis como en el proceso de lavado. Un caudal deficitario supone un funcionamiento, como mínimo, anormal en la RO.

### **5.2 Conexión eléctrica**

Conexión a la red de distribución: comprobar que la tensión de alimentación sea la necesitada por el equipo, así como que los cables de la línea estén correctamente dimensionados para el consumo de la RO.

Conectado de maniobra: Antes de la puesta en marcha hay que tener correctamente realizada la conexión de todos los periféricos. (Contacto auxiliar NC y Boya de nivel NC).

### **5.3 Conexión de los derivados del proceso de producción**

Agua osmotizada: tener en cuenta la sección de la tubería de agua osmotizada, para no tener contrapresiones que dificulten el proceso de la osmosis. Si existen llaves de corte o aislamiento en la tubería, cuidar que estas estén totalmente abiertas en la puesta en marcha. Es también necesario tener en cuenta las características del agua osmotizada para seleccionar acertadamente el material de construcción de esta tubería. Con esto evitaremos posteriores deterioros en la canalización y posibles contaminaciones por elementos indeseados en el agua. Por lo tanto son aconsejables para este tipo de servicio, tuberías fabricadas con materiales de contrastada estabilidad frente a este tipo de producto, como pueden ser el PVC o el acero inoxidable 316L entre otros muchos.

Agua de rechazo: los criterios a seguir son idénticos a los anteriormente expuestos.

## 5.4 Dosificaciones

Si en el estudio de implantación de la maquina fuese necesario realizar pretratamiento mediante la dosificación de reactivos, tener en cuenta la previsión de las correctas disoluciones de dosificación en los depósitos dosificadores, así como de que las bombas estén correctamente cebadas, calibradas y graduadas. También se observará el correcto funcionamiento de las sondas de nivel de los depósitos dosificadores.

Ver esquema del bornero (36 - 37) alimentación dosificadora.

Boya nivel Dosificadora (34-35). La falta de producto a dosificar generará un paro de planta.

## 5.5 Filtros

Filtros de profundidad: en caso de la existencia de mencionados filtros se procederá a su exhaustivo lavado, con el fin de eliminar en su totalidad los finos y suciedad que todo lecho de filtrado contiene por simples motivos de fabricación.

Filtros de superficie: en este caso tendremos la precaución de montar correctamente las bujías filtrantes, para evitar posibles fugas de agua sin filtrar a la zona de agua filtrada. Como en todos los filtros es importantísimo que se encuentren totalmente purgados para evitar cámaras de aire, ya que la superficie que se encuentra en contacto con el aire deja de ejercer su función de filtrado.

## 6 Puesta en servicio

- 1. Abrir la llave de paso del agua de alimentación.
- 2. Asegurarse que la llave de rechazo este totalmente abierta y la de recirculación cerrada.
- 3. Armar las seguridades eléctricas del cuadro. Dar tensión al cuadro de maniobra mediante el interruptor general que se encuentra en la puerta del armario eléctrico. Comprobar que la tensión fases y neutro se correspondan y estén bien conectadas en sus respectivas bórnas del armario principal.
- 4. Accionar el interruptor paro marcha de la maquina y comprobar inmediatamente que el giro de la bomba sea en el sentido correcto. Si no es así, solucionarlo.
- 5. Dejar transcurrir tres minutos antes de comenzar a efectuar las regulaciones necesarias para ajustar los parámetros de osmosis inversa a los descritos en la proyección. La consecución de la presión y caudales se consiguen mediante el ajuste de las válvulas de aguja: el regulador de rechazo y el regulador de recirculación.
- 6. Una vez conseguidos todos los valores, comenzaremos a revisar las siguientes medidas: calidad del agua de producto, conductividad del agua de entrada y del agua de rechazo. Medir la presencia de cloro en el agua de alimentación, para asegurarnos que no existe.
- 7. Ajustar el presostato a la presión de alimentación. Comprobar el funcionamiento de todos los automatismos. En resumen verificar todos los niveles y automatismos instalados en la maquina y periféricos.

- 8. Finalmente volveremos a contrastar todas las presiones y caudales con los de la proyección, comprobando que estos sean los adecuados.

## 7 Funcionamiento de la maquina

En este apartado haremos descripción de los estados que va realizando la maquina en un correcto funcionamiento y seguidamente se presentaran los posibles problemas.

Estando el cuadro eléctrico bajo tensión y todos los elementos correctamente interconectados, accionando el interruptor paro/marcha observamos el siguiente funcionamiento:

- 1. La maquina abre la electroválvula de entrada y la de rechazo. Se pone en funcionamiento la bomba de presión realizando un ciclo de flushing de 1 minuto. Señalizadas en el panel de control de la RO. La presión es baja así como el caudal elevado.
- 2. Se cierra la electroválvula de flushing y la planta entra en servicio. Se estabilizan los caudales a los niveles lógicos de funcionamiento así como las presiones.
- 3. Comienza la lectura de conductividad, que en principio tendrá un valor alto pero que ira disminuyendo rápidamente hasta alcanzar el valor adecuado.
- 4. Se activan todas las seguridades.
- 5. Cada cinco horas realizara un flushing de un minuto ó con dada entrada en producción. Este estará correctamente señalizado en el panel de control.
- 6. Si se activa cualquier señal de estado de maquina esta se parara y entrara en espera de que desaparezca la señal para activarse automáticamente. (Tanque lleno, presión de entrada insuficiente).

Notas sobre el funcionamiento.

- 1. Un contacto auxiliar libre de potencial puede ser conectado en el bornero XT1 11 - 12, con objeto de parar y arrancar la planta, realizando una función similar a la del interruptor S1.
- 2. En el caso de que salte algún térmico (QM1, QM2), la planta parará, desactivando el control de la misma.

## 8 Diagnóstico de problemas

EFEECTO	CAUSA	AVERIA	SOLUCIÓN
Maquina parada y la alarma <b>PRES MIN</b> encendida	El presostato ha detectado una presión baja de alimentación	Defecto en la presión de alimentación	Esperar que se arme automáticamente. Comprobar tarado de presostato de entrada
Máquina parada y control apagado.	S1, Kaux, QM1 ó QM2 están abiertos.	S1: Cámara dañada.  Kaux: Contacto abierto.	S1: Comprobar que el contacto está cerrado cuando no está pulsado.  Kaux: Comprobar que el contacto es NC y se comporta como tal.

		Térmicos incorrectamente tarados ó problemas en los motores.	Comprobar tarado térmicos. Si se repite revisar motores.
Baja presión en la RO	Mal funcionamiento de la bomba	Alimentación defectuosa Bomba averiada Filtros sucios Electroválvula de entrada rota	Solucionar Reparar Limpiar Cambiar
Baja la presión y aumenta el caudal de producto	Membranas perforadas	Cloro en el agua de osmosis Deterioro por mal mantenimiento	Revisar dosificación de bisulfito Corregir y cambiar membranas
Aumenta la presión de osmosis	Ensuciamiento de las membranas	Ensuciamiento por mal servicio Ensuciamiento previsto por envejecimiento	Regenerar con producto adecuado
Bajada del caudal de producto	Membranas sucias Obstrucción en el ramal de producto	Envejecimiento o mantenimiento Llave cerrada o tubo aplastado	Regeneración Reparación
Mala calidad del producto	Membrana perforada Membrana sucia Membrana agotada	Cloro en el agua Mantenimiento, envejecimiento Limite de vida	Cambiar membrana Regenerar membrana Cambiar membrana

## 9 Mantenimiento

### Diariamente:

- Caudal de producto
- Caudal de rechazo
- Presión de bomba
- Presión de membranas
- Presión de alimentación
- Presencia de cloro en el agua

### Mensualmente:

- TDS de alimentación
- TDS de producto
- TDS de rechazo
- Comprobación de bombas dosificadoras
- Comprobación de funcionamiento de la electroválvula de rechazo
- Funcionamiento correcto de todas las seguridades y automatismos



Semestralmente:

- Cambio de bujías filtrantes
- Revisión completa de todo el equipo y sus periféricos, tanto a nivel de automatismos como a nivel de parámetros de funcionamiento.

Anualmente:

Es conveniente realizar un análisis completo del agua de alimentación, para asegurarnos que las características fisicoquímicas del agua se mantienen estables. Si se presentan variaciones es necesario realizar una nueva proyección de la máquina así como del pretratamiento.

Cuando sea necesario:

El lavado de las membranas depende de muchos factores, que son consecuencia de las características del agua, tiempo de funcionamiento de máquina, calidad del mantenimiento preventivo, etc. Por esto la necesidad de efectuar una regeneración química de las membranas será valorada por el personal de mantenimiento teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Aumento de la diferencia de presión entre el manómetro bomba y el manómetro membranas.
- Calidad y cantidad del agua de producto. La disminución significativa de estos dos valores es indicativo de un ensuciamiento de las membranas.