

10. Posibles incidencias en las plantas de desalación

En aquellas ocasiones en que los tratamientos convencionales o clásicos de coagulación, floculación, decantación y filtración resulten insuficientes para convertir el agua bruta en apta para el consumo, las membranas podrían constituir una etapa añadida al pretratamiento convencional. En este sentido, y ante la aparición de incidencias en la planta de tratamiento o en algunas de las etapas del proceso, resulta conveniente la consulta y aplicación, en su caso, de las recomendaciones recogidas en el documento editado por el Ministerio de Sanidad y Política Social y la Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento, (AEAS), denominado «Recomendaciones de actuación ante incidencias en los abastecimientos de aguas», disponible en la interfaz profesional del Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo¹ (SINAC). Por lo tanto, no se reproducirán en este apartado, aquellas incidencias comunes con las instalaciones de tratamiento convencionales, sino que se desarrollarán aquellas específicamente relacionadas con estas tecnologías de membrana.

En los capítulos 3 y 4 se ha tratado sobre las posibilidades de los diferentes tipos de membrana (ultrafiltración, microfiltración y nanofiltración), tanto en lo referente a eliminación de microorganismos como en lo concerniente a sustancias químicas. **En cuanto a la electrodiálisis, debe tenerse en cuenta que no se trata de un sistema de «membranas-barrera» como los anteriores**, sino que las membranas sólo son atravesadas por los iones eliminados en el proceso, mientras que el agua circula tangencialmente a dichas membranas. **Consecuentemente en el caso de la electrodiálisis el abanico de posibilidades de eliminación de contaminantes es inferior.**

El esquema general de las incidencias seguirá el siguiente guión:

- Descripción de la incidencia.
- Detección.
- Acciones inmediatas.
- Acciones correctoras.
- Acciones preventivas.
- Efectos sobre la calidad del agua.
- Efectos sobre la salud, inmediatos o a largo plazo.
- Información al consumidor.

¹ Acceso al SINAC: <http://sinac.msps.es>

Las incidencias en el uso de tecnologías de membranas se originan principalmente cuando tienen lugar o concurren algunos de los siguientes hechos:

- Alteraciones de la calidad del agua bruta respecto del tipo de membrana y los objetivos de calidad del agua producto.
- Daños en la estructura interna de la membrana. Acortamiento de su vida útil.
- Presencia en el agua producto de los agentes químicos utilizados en las operaciones de lavado y desinfección de las membranas.

El **análisis de las incidencias** que se realiza a continuación, así como su forma de detección y las medidas preventivas y correctoras que resulten de aplicación en cada uno de los casos, deberá recogerse en un **plan de gestión de riesgos**.

Este **plan deberá formar parte del conjunto de procedimientos y protocolos del plan general de operación y mantenimiento de la instalación de tratamiento de agua de consumo humano**.

Como regla general no se debe olvidar nunca la importancia y la responsabilidad del personal de operación de las plantas potabilizadoras, en especial su formación y motivación, como factor clave y básico para evitar las posibles incidencias que afectan a la calidad del agua tratada.

10.1. Alteraciones de la calidad del agua bruta

Las tecnologías de membrana tienen amplias posibilidades de aplicación: aguas de elevada dureza, salobres, de mar, etc; de ahí la existencia de los diferentes tipos de membrana, que en todos los casos establece la base del sistema de tratamiento, y que reposa sobre el binomio constituido por las características del agua bruta y los objetivos de calidad del agua producto.

Las características del agua bruta pueden verse alteradas ya sea por causas naturales como por contaminaciones de diversa índole.

La naturaleza y estructura de los suelos, en las aguas de procedencia superficial o subterránea, es la principal causa natural que puede modificar las características físico-químicas del agua bruta.

La contaminación del agua a tratar por vertidos de origen industrial, de aguas residuales urbanas, o los originados por las actividades agrarias son las causas de origen artificial que pueden afectar a la calidad de cualquiera de los recursos hídricos utilizados para la aportación del agua a la instalación.

Tabla 17. Incidencias debidas a alteraciones en el agua bruta por vertidos

Causas	Detección	Acciones inmediatas	Acciones correctoras	Medidas preventivas
Alteración de la calidad del agua bruta por contaminación de acuíferos o fuentes superficiales en zonas contaminadas con vertidos de origen industrial .	• Posible presencia de metales pesados. Ver nota 1. • Incremento de las presiones diferenciales y de la conductividad: - Transmembrana - Entre etapas • Descenso imprevisto del caudal de agua producto.	• Control analítico de la calidad del agua bruta • Medición y control de caudales individuales de bastidores. • Medición y control de presiones y conductividad en: - Alimentación a membranas. - Permeado. - Salmuera. • Diferencia de presión entre la entrada y la salida de cada una de las etapas. • Investigar la sustancia causante de la contaminación y realizar controles periódicos de su presencia en agua bruta.	• Establecer estrategia con las autoridades competentes para eliminar foco de contaminación o minimizar sus efectos. • Sustitución de la fuente de agua bruta. • Realizar acciones sobre el pretratamiento (ver nota 2). • Valorar si procede la limpieza química de las membranas.	• Identificar foco u origen de contaminación. • Verificar que los límites de operación de las membranas son compatibles con la calidad del agua bruta.

.../...

.../...

Causas	Detección	Acciones inmediatas	Acciones correctoras	Medidas preventivas
Alteración de la calidad del agua bruta por contaminación de acuíferos, o fuentes superficiales en zonas contaminadas con vertidos de aguas residuales urbanas o de industrias agroalimentarias .	• Crecimiento biológico membranas. • Incremento de las presiones diferenciales y de la conductividad: - Transmembrana. - En las etapas. • Descenso de caudales del permeado.	• Control analítico de la calidad del agua bruta. Investigación de la presencia de nutrientes: fósforo, nitrógeno, etc.... • Medición y control de caudales individuales de bastidores. • Medición y control de presiones y conductividad en: - Alimentación a membranas. - Permeado. - Salmuera. • Diferencia de presión entre la entrada y la salida de cada una de las etapas.	• Establecer estrategia con las autoridades competentes para eliminar foco de contaminación o minimizar efectos. • Sustitución de la fuente de agua bruta. • Realizar acciones sobre el pretratamiento (ver nota 2). • Aplicar procedimientos de desinfección en membranas si procede. Ver nota 3.	• Identificar foco u origen de contaminación química y/o orgánica. • Control de desinfección y dosificación de agentes biocidas.

Nota 1: La eliminación de metales pesados es factible mediante el uso de membranas. La tecnología más eficiente es la osmosis inversa.

Nota 2: Las acciones sobre el pretratamiento consisten en verificar las condiciones de funcionamiento de las etapas del pretratamiento. A modo de ejemplo se pueden citar:

- Verificación de las dosis de reactivos químicos: coagulantes, floculantes, agentes oxidantes (cloro, permanganato potásico).
- Modificación de las dosis de reactivos y de los parámetros de operación de los procesos.
- Comprobación del funcionamiento y de los equipos electromecánicos. Agitadores, bombas dosificadoras, bombas de fangos, bombas de proceso (consumos eléctricos, presiones, piezas internas tales como membranas de bombas dosificadoras, válvulas de bombas dosificadoras, palas de agitadores, placas (lamelas) de sedimentadores, estado de lechos filtrantes en filtros de arena, etc....)
- Validación periódica de la instrumentación de campo (pH-metro, conductivímetro, REDOX, etc.)
- Reingeniería del proceso, ampliación o modificación de instalaciones o equipos mecánicos. Incluir o ampliar técnicas de tratamiento tales como oxidación con ozono y permanganato potásico, o aplicación de carbón activo (según casos, tipo y grado de contaminación).

Nota 3: Para el control del crecimiento biológico es recomendable el seguimiento y la mejora de los procedimientos de desinfección: choques puntuales de cloro, radiación UV, y ozono en pretratamiento.

Las alteraciones de la calidad del agua bruta pueden afectar a la calidad del agua producto, si estos cambios escapan de las tolerancias establecidas en las bases de partida del diseño. Todos estos factores se trataron en los capítulos 2 y 3.

10.2. Daño estructural en el módulo de ósmosis inversa

Los elementos de membrana, indistintamente de su tipología, van perdiendo algunas de sus características más importantes con el paso del tiempo, tales como el caudal de producción o el rechazo de sales. El diseño específico de cada instalación prevé una tasa para su reposición, de modo que se asegure el mantenimiento de las condiciones requeridas en cuanto a la cantidad y a la calidad del agua producto. No obstante, el proceso normal de envejecimiento puede verse acelerado por incidencias en la operación. Las secuencias de arranque y parada deben realizarse según el procedimiento establecido al efecto, con el objeto de minimizar los efectos negativos que pueden producirse. Las caídas de tensión y los cortes del suministro eléctrico son factores indeseables que contribuyen al acortamiento de la vida útil de las membranas. Las membranas, según su naturaleza, presentan una mayor o menor sensibilidad a los reactivos químicos utilizados en el proceso, pudiendo llegar a dañar su estructura de una manera irreversible. La detección de estas incidencias es inmediata, al producirse en todos los casos un incremento del paso de sales, que se pone de manifiesto con un aumento de la conductividad del agua producto.

Tabla 18. Incidencias debidas a daños estructurales en el módulo de ósmosis inversa

Causas	Detección	Acciones inmediatas	Medidas preventivas	Acciones correctoras
Fallo de la membrana por defecto de fabricación.	• Incremento de conductividad en el permeado.	• Control analítico de la calidad de permeado.	• Verificación y control del estado de las membranas a su recepción.	• Sustitución de membranas defectuosas.
Agotamiento del ciclo de vida útil de la membrana. (La duración de una membrana generalmente es de tres a siete años).	• Desviaciones de los objetivos de calidad del permeado. • Incremento de conductividad en el permeado.	• Control analítico de la calidad del permeado.	• Registro histórico de control de la operación para la predicción del fin de la vida útil.	• Sustitución de membranas.
Fallo del elemento de membrana por acortamiento de su vida útil debido a: choque hidráulico y plegamiento de membranas, deficiente desplazamiento de agua en paradas de planta, ataque químico o crecimiento biológico.	• Desviaciones de los objetivos de calidad del permeado. • Incremento inesperado de conductividad en el permeado.	• Control analítico de la calidad del permeado. • Investigación de la presencia de bacterias indicadoras en el permeado.	• Análisis de incidencias con objeto de identificar la causa de la deficiencia. • Análisis de averías para averiguar causas de roturas o deterioro de membranas • Análisis destructivo (autopsia) de los elementos de membranas.	• Monitorizar parámetros. Revisión y mejora de la lógica del control del proceso. • Rediseño de la planta o de los procesos. • Sustitución de membranas dañadas. • Control y monitorización de parámetros analíticos, de proceso y operación de planta.
Fallo en la integridad del módulo de ósmosis.	• Incumplimiento de los objetivos de calidad del permeado. • Cambios imprevistos de conductividad en el permeado.	• Control analítico de la calidad del permeado. • Sondeo interno del módulo en servicio.	• Análisis de incidencias con objeto de identificar la causa de la incidencia.	• Monitorizar parámetros. Revisión y mejora de la lógica del control del proceso. • Actuación en la instalación con sustitución de los elementos dañados y verificación