



NOVEDAD EN EL MERCADO: Tarima filtrante modular

Colaboración entre el Centro Canario del Agua y la empresa vasca CALPLAS

Los pisos de los lechos filtrantes de flujo descendente, han de ser capaces de permitir un drenaje uniforme del lecho. Para el caso de filtros de flujo ascendente es importante, por su parte, el ascenso uniforme del líquido en toda la superficie del lecho.

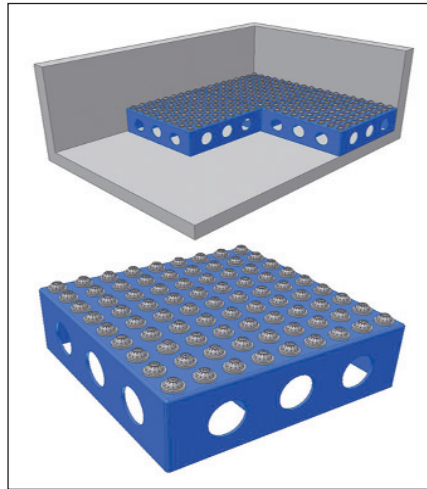
Los pisos filtrantes han de ser capaces de soportar una carga de hasta 0,6 kg/cm² (6.000 kg/m²) por lo que deben tener una estructura muy resistente. Sin embargo, no deben ser excesivamente pesados para facilitar su traslado e instalación.

Es interesante que el diseño de tarimas filtrantes sea modular para que pueda adaptarse a diferentes superficies.

Por otro lado, la estructura debe ser simple para abaratar los costes de producción.

Por último la estructura debe resistir el paso de líquidos o aguas corrosivas por lo que deberá ser fabricada, preferiblemente, de material plástico resistente a la corrosión.

El estudio de los productos existentes en el mercado permite afirmar que no se ha logrado, hasta ahora,



Nuevo tarima filtrante modular: Unidad (1x1x0,3 m³) y montaje en depósito.

un diseño que aúne todas estas características.

La tarima filtrante, fruto de la colaboración entre el Centro Canario del Agua y la empresa vasca CALPLAS es modular y los módulos se intercomunican entre sí por unos grandes orificios colocados en sus paredes verticales. En la superficie de la tarima están uniformemente distribuidas 81 crepinas que garantizan la distribución o el drenaje uniforme del líquido en toda la superficie. Los módulos son fáciles de colocar sobre el piso del depósito y no tienen un peso excesivo. Los bordes superiores de los módulos están diseñados con un cierto ángulo que permite la aplicación de un producto que sella del espacio entre los módulos.

El sellado imposibilita la fuga de agua entre los módulos o entre los módulos y las paredes del depósito.

Con este nuevo diseño se reduce considerablemente el precio de los depósitos filtrantes así como los costes de instalación. Para más información: Manuel Hernández, Centro Canario del Agua.

¿EDUCTORES ESPECIALES PARA EMISARIOS DE SALMUERAS?

Los vertidos de salmuera suelen ser un problema medioambiental delicado en muchas desaladoras de agua de mar. Por otro lado, los modelos de simulación matemática no están hasta ahora muy probados [1]. y, o no incorporan el aspecto osmótico a la dilución de la salmuera (e.j. CORMIX).

Se dispone también de muy pocos datos de campo por lo que existen dudas sobre el impacto real en el fondo marítimo.

Existen algunos trabajos realizados por el CEDEX [2] en los que se ha utilizado agua del Canal Isabel II para simular el agua de mar y un agua salada artificial para simular la salmuera. La intención era que la diferencia de densidad entre ambas soluciones fuera similar a la de agua de mar-salmuera. También se utilizó un colorante para ilustrar el movimiento de la salmuera hacia el fondo de los depósitos de experimentación.

En la bibliografía internacional, si bien aparecen estudios del impacto en grandes área [3] no se han encontrado

trabajos experimentales que describan o simulen el comportamiento del vertido de salmuera en agua mar de forma detallada en el campo cercano.

La utilización de difusores ha sido tratada en la literatura para agua residuales [4][5]. Sin embargo, la utilización de eductores parece estar poco descrita en la literatura [6].

De acuerdo con la información comercial disponible [7] se podría conseguir con estos equipos una dilución de 1 de salmuera por 4 de agua de mar. Esta dilución coincide con la seleccionada recientemente en un proyecto en el Mediterráneo en el que se diluye en un depósito la salmuera con el agua de mar 1:4 antes de su vertido a través de emisario [8].

En la Figura 1 se incluye un dibujo sobre un tipo de eductores que pudiera ser aplicable para diluir salmueras antes del vertido. La presión diferencial para el buen funcionamiento del venturi de los eductores está entre 0.7 y 4 bares por lo que son perfectamente aplicables a los emisarios submarinos.

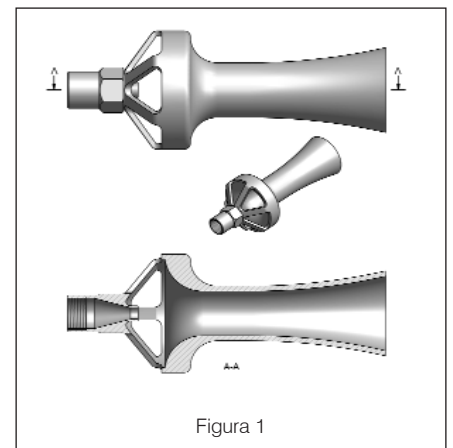


Figura 1

- [1] Winter et. al., 2002. Congreso de AEDYR 2003;
- [2] Ruiz Mateo et al., 2003. IV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, 2003;
- [3] Talavera, J.L. y Quesada, J.J. Desalination, Vol. 139 (2001) 277-286;
- [4] Blanninger et al., 2nd Int. Conf. on Marine Wastewater Discharges, muwod 2002, Estambul;
- [5] Jirka, G. y Blanninger, T. Actas xxi Congreso Latinoamericano de Hidráulica, São Pedro, Brasil, octubre 2004;
- [6] Simulation of the dispersion characteristics of effluent discharges into River Shannon, for Aughinish Alumina Eyre, 2000;
- [7] Tank mixing eductors en www.nciweb.net/tank.htm;
- [8] Planta desaladora de Javea, Pridesa, Revista Info-Enviro, n.º 1, 2005.

En el mundo de las membranas

con JOSÉ LORENZO PÉREZ VERA*

EL MANANTIAL: *El mundo de las membranas parece haber avanzado mucho en los últimos años. ¿A que se debe?*

JOSÉ LORENZO: Creo que los avances se deben fundamentalmente a la competencia y al crecimiento de la demanda de membranas para la desalación de aguas, que ha propiciado una producción más uniforme. Me explico: no es lo mismo fabricar membrana para 100 elementos que para 2000. Gracias a este volumen se consigue que las membranas tengan unas características más uniformes dado que se puede afinar más con los equipos, aditivos, controles, etc. Luego han venido otras mejoras que han permitido también optimizar la producción como el enrollamiento automático, aunque dicho sea de paso, en el caso de Toray el enrollamiento automático lleva funcionando desde 1998.

E.M.: *¿Cual es la vida media de las membranas hoy en día?*

J.L.: Depende del agua claro pero sobre todo del mantenimiento. Comparativamente hablando, es lo mismo que podríamos decir de una camisa. Si se usa para ir a la oficina y se lava adecuadamente tendrá una vida; si se lleva a la playa y luego al taller, y nunca la lava será otra. Pues con las membranas pasa igual, al fin y al cabo es una especie de tejido. Nosotros tenemos casos como por ejemplo el de una planta en Ibiza que se arrancó en 1994, o séase hace 11 años, y donde se han repuesto tan solo las membranas de uno de los tres trenes que hay allí. Esta planta tiene membranas que están prácticamente obsoletas en cuanto al rechazo de sales y caudal que producen. Sin embargo, funcionan perfectamente y sin fugas. También es verdad que el agua es limpia. Sin embargo, en el otro extremo podemos tener membranas que duren un mes por uso inadecuado. El plan de mantenimiento está claro que es fundamental. Debo añadir también, que a veces se reponen membranas no porque no cumplan su función, sino buscando los nuevos rendimientos de mayor caudal y rechazo de sales lo que les implica también un ahorro de energía y la inversión se paga sola.

E.M.: *Pero, Toray tiene un programa de diseño que hace hipótesis de descenso de la calidad de la membrana con el paso del tiempo.*

J.L.: Bueno, eso son experiencias de campo trasladadas a un software más que la simulación de una evolución química de las membranas, son hipótesis de cálculo. Cada programa hace sus hipótesis en función de la calidad del agua de alimentación esperada, por lo que comparar resultados es sólo posible para el arranque, a membrana limpia. La realidad es que puede no haber cambios por muchos años. También puede haber fugas mecánicas debido al desajuste entre los tubos y las membranas.

E.M.: *Estos desajustes se entiende que son debidos a los golpes de presión...*

J.L.: Sí, efectivamente. Cuando arrancamos el tubo exterior se dilata y las membranas se contraen y esto produ-

► Con los nuevos diseños de plantas se pueden alcanzar hasta los 300 ppm de sílice en el rechazo

ce desajustes entre ellas pero, sobre todo, al principio del tubo. Mi experiencia me dice que esto es un problema de diseño más que otra cosa. Algunos fabricantes siguen todavía colocando un conector entre la membrana y la tapa de alimentación. Nosotros hemos visto que esto es un error ya que luchamos contra la fuerza del sistema, y en ese punto se crean fuerzas contrapuestas que provocan un movimiento entre las membranas y la tapa. Y aunque se pongan juntas tóricas, esto es con sellado de goma, éstas se deforman o erosionan con el tiempo y terminan provocando fugas. Nuestro criterio, y lo tenemos probado en numerosas instalaciones, es que se debe colocar la salida del agua producto por el lado de rechazo del tubo y proteger la entrada simplemente con un tapón ciego. Con este diseño y aun-

que pasen años hemos comprobado que desaparecen totalmente las fugas, ya que al no existir conector, desaparece el problema. Entendemos que la presión contra el final de tubo hace que se selle todo de forma natural.

E.M.: *¿Y los precios por qué han bajado tanto?*

J.L.: En este aspecto hay malas noticias, hay una clara tendencia a la subida de precios, pero la bajada en el pasado está relacionada con lo que comentaba al principio. Para mantener la calidad, los fabricantes necesitan aumentar el volumen de producción. Esto ha hecho que para conseguir los contratos se ha desencadenado una guerra de precios. Estos precios tan bajos están llegando a afectar la capacidad de investigación de la industria y lógicamente el servicio al cliente. Con los márgenes actuales resulta cada vez más difícil responder al cliente con la generosidad que se hacía antes en caso de averías importantes.

E.M.: *Hablando de investigación: ¿En que país tiene Toray el departamento de el I+D?*

J.L.: Está en Japón y abarca varios tipos de membranas, no sólo ósmosis inversa, también se trabaja en nano, ultra y microfiltración, aplicaciones bio-médicas, etc. Las pruebas finales se hacen con frecuencia en distintas partes del mundo. De hecho, hemos recibido hace unos días una planta piloto de un reactor de membranas con los últimos avances. La investigación de Toray es muy concienzuda y a la hora de sacar un nuevo producto se cuida mucho que responda a las expectativas. El concepto de «Buen Nombre» está escrito, podríamos decir, con letras mayúsculas.

E.M.: *El problema de Boro es a veces importante. ¿Hay ya membranas específicas de alto rechazo de Boro?*

J.L.: Hay membranas enfocadas a eliminar el Boro. Aunque el componente químico es importante. El ácido bórico cruza la membrana pero los boratos no. En el caso de agua de mar de toma de pozo hay mayor proporción de ácido bórico, al tener pH próximos a 7, y para tomas abiertas con pH alrededor de 8.3 hay más borato. El rechazo de ácido bórico dependerá

de la densidad de la membranas y por tanto también del rechazo de sales de la membrana. A más densa la membrana y mayor presión de trabajo: mayor rechazo de sales y mayor rechazo de Boro. Pero esto implica tener que operar a mayores presiones. La cuestión es cuándo utilizar una membrana u otra. Esto es si vale la pena con agua de mar darle 5 kg mas de presión a todo el volumen de agua de mar o darle los 5 kg sólo al agua producto y pasarlo por otra membrana, esto es doble paso. Todo depende. Lo de tener menos de 1 ppm de Boro depende también de la operación. El reemplazo de la primera membrana ayuda mucho. Ya que ésta recibe toda la suciedad. Evitar fugas mecánicas también es muy importante y hacer un buen mantenimiento es fundamental. Hay plantas de toma abierta donde con un buen programa de limpiezas mantienen una tasa de reemplazo de sólo el 3% anual de media. Los 0.5 ppm de Boro se pueden conseguir con diseños más sencillos de los que se contemplaban hace algunos años Y ojo con los laboratorios. El error de medida supera generalmente el rango de ± 0.5 ppm por lo que no se sabe realmente donde estamos.

Con la sílice ocurre también lo mismo. Creo que los laboratorios están necesitados de protocolos homologados especiales para el análisis de agua desaladas. Lo mismo con los análisis de agua de mar.

E.M.: *Entendemos que hay varios tipos de membranas.*

J.L.: Podremos diferenciar dos grupos principales uno para agua de mar y otro para agua salobre. Si asumimos una barrera de presión de operación 600 psi o 42 bares todo dependerá de lo que lo se quiera concentrar. La concentración del rechazo es la que manda. En agua de mar hay membranas que están diseñadas para funcionar hasta los 100 bar y con un alto rechazo, digamos hasta un 60% de conversión.

En aguas salobres hay también una enorme variedad, lo último son las de «ultra-ultra baja presión», que hacen pensar en si la nanofiltración es necesaria; las de bajo ensuciamiento que tienen un tratamiento especial para impedir la adherencia de suciedad, etc. Todos estos tipos de membranas hay que saberlos combinar en función de las características y problemática del

agua. En la práctica, los problemas de obstrucción o fouling ocurren en las primeras membranas por lo que se debe aumentar la cola hidráulica. Esto es se colocan varias etapas. Sin embargo hay que tener presente en algunos casos, como aguas residuales, la problemática de un aumento de la concentración en las últimas membranas. Este es el caso de los fosfatos.

► Veremos cada vez más membranas en todas las aplicaciones de separación de la ingeniería química

En resumen: A las primeras membranas las llamamos legionarias (como dice D. José Manrique) y luego se alarga la cola hidráulica hasta donde la química nos permita.

E.M.: *¿Qué me dice de la sílice?*

J.L.: La sílice aquí en algunas de las islas como Gran Canaria y Tenerife es complicado.

Nosotros hemos conseguido llegar hasta los 300 ppm de sílice en el rechazo. Para ello hemos creado un diseño especial. El concepto es darle al agua el menor tiempo de residencia posible en la zonas de más riesgo de precipitación esto es en las últimas membranas. Esto implica tres etapas. En el último banco se tienen controles finos de caudal y diferencial de presión para activar las limpiezas al menor síntoma de incrustación. Esta etapa se diseña para ser limpiada en tan solo 15 minutos. Durante la limpieza se opera con la otra dos etapas.

E.M.: *¿Por qué es la incrustación por cristales un problema tan delicado?*

J.L.: Los cristales de las sales «rayan» las membranas por lo que si no se acude a tiempo, cuando se limpian los daños salen a la luz y la membrana queda deteriorada irremediablemente. Hay que controlar. Los sensores de presión diferencial, caudal y conductividad avisan cuando se debe hacer la limpieza. Como los cristales rayen estás perdido.

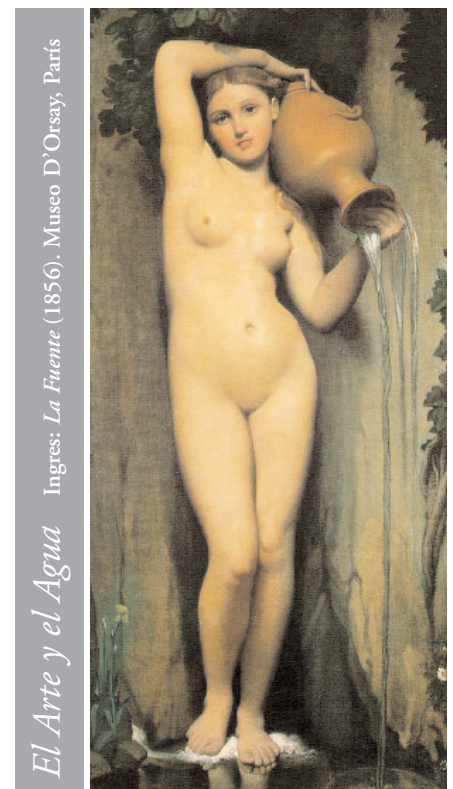
E.M.: *¿Existen membranas específicas para aguas sulfatadas, bicarbonatadas, ferruginosas, etc.?*

J.L.: No es así. Las membranas son las que son. Eso sí, la química y la cinética de operación varía según el tipo de aguas. Las sulfatadas son sin duda las más difíciles. Por orden de dificultad yo diría que las aguas con sulfatos, que vienen generalmente acompañados de metales, son las más delicadas; luego vendrían las bicarbonatadas que en el caso de las Islas Canarias llevan sílice; luego ya vendrían las ferruginosas y finalmente las cloruradas.

E.M.: *Para finalizar: ¿Cómo ve el futuro de las membranas?*

J.L.: Llegar al 100% de rechazo de sales no creo, pero se continúa estudiando en nuevos materiales, enfocados a la solución de los problemas actuales: resistencia al ensuciamiento y a los oxidantes. Por otra parte, la tecnología de las membranas es muy amplia y cada vez la veremos en más y más procesos que nos rodean, sólo hay que pensar que nuestro cuerpo son membranas, las plantas son membranas. Yo creo que las veremos en todas las aplicaciones de separación de la ingeniería química. Un futuro fascinante y lleno de retos.

* José Lorenzo Pérez Vera es Ingeniero Industrial, Delegado para España de Toray Membranes Europe y miembro del Centro Canario del Agua



El Arte y el Agua Ingres: La Fuente (1856). Museo D'Orsay, París

PROTOCOLOS ESPECÍFICOS PARA EL ANÁLISIS DE LAS AGUAS DESALADAS

Nuevos servicios del laboratorio del Centro Canario del Agua

En octubre de 2004 el laboratorio del Centro Canario del Agua en Arinaga, Gran Canaria obtuvo la certificación de calidad bajo la Norma ISO 9001-2000. El pasado mes de abril, y en línea con este compromiso de calidad, el laboratorio ha iniciado ejercicios de intercomparación de datos analíticos con otros laboratorios dentro del circuito de intercomparación de laboratorios Calitax-Labaqua.

Los Circuitos Calitax-Labaqua son un instrumento de reconocido prestigio para evaluar, comparar y mejorar la calidad de los resultados de los laboratorios de análisis químico, microbiológico y otros tipos de análisis. Con ellos se busca comprobar, en base a un control externo e independiente, la competencia técnica y el nivel de calidad. A lo largo de 2005, el laboratorio del Centro Canario del Agua participará en tres ejercicios de intercomparación, habiéndose realizado ya uno de ellos, con resultados satisfactorios.

Sólo el año pasado (2004), se generaron en el laboratorio del Centro Canario del Agua en Arinaga resulta-

dos analíticos de más de 200 muestras relacionadas con los procesos de desalación. Esta información ha permitido determinar que por sus características químicas las aguas desaladas requieren de procedimientos analíticos específicos.

Entre los parámetros más sensibles está el Boro. La concentración de este elemento en las aguas desaladas es muy importante ya que da idea del estado de las membranas y de posibles fugas. El rango de concentraciones es, sin embargo, muy bajo: entre 0 y 1,5 mg Boro/L. Ante la necesidad de poder garantizar los resultados en este rango el Laboratorio del Centro Canario del Agua implantará una nueva técnica analítica mucho más precisa que permite garantizar unos resultados con precisión de $\pm 0,01$ mg Boro/L. La disponibilidad de este servicio incluye también el muestreo de dichas aguas para garantizar la correcta manipulación y conservación de la muestra desde su toma hasta su análisis.

La reutilización de aguas residuales: ¿electrodialisis reversible u ósmosis inversa?

DÍEZ DE LA LASTRA, Juan Francisco
IONICS IBÉRICA

El autor realiza una recopilación de las técnicas de pretratamiento de las aguas residuales y discute los problemas de la electrodialisis frente a la ósmosis inversa para la desalación de agua depurada, así como las limitaciones para cada una de las alternativas..

En principio la EDR presenta muchas ventajas para el tratamiento de aguas depuradas ya que la electrodialisis, al no ser una técnica de filtración (son los iones y no el agua los que pasan a través de la membrana) y poseer además una autolimpieza cíclica por cambio de la polaridad eléctrica (tres-cuatro veces por hora), posee unas exigencias menores de calidad en el influente, pudiendo trabajar eficazmente con valores de SDI-15 inmedibles y turbideces de 5 NTU.

Por su parte la OI tiene como ventajas genéricas su carácter de barrera contra virus y bacterias y la mejor calidad del producto que ofrece, pero requiere un agua con un SDI-15 menor de 3 y una calidad uniforme. La EDR soporta niveles de saturación de fosfato cálcico muy superiores a la OI, que ha fracasado en ocasiones por culpa de esta sal, por desgracia presente por sistema en las aguas residuales.

Los costos de inversión de una filtración de arena seguida de una EDR son más interesantes que una MF/UF seguida de una OI, pero eso no significa que la segunda solución sea peor que la primera, ni mucho menos. Así se da la planta de Sulaibiya, la mayor del mundo con 375.000 m³/d, que consiste en una UF + OI debido al condicionante de partida de la doble barrera para el reuso potable.

Artículo completo en EL MANANTIAL Digital, nº 27, junio 2005: www.fcca.es/emd/27

Además del apoyo del Gobierno de Canarias y los 7 Consejos Insulares de Aguas la Fundación Centro Canario del Agua recibe ayuda financiera y logística de las siguientes empresas y profesionales:

GRANDES EMPRESAS

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| - AQUALIA | - EMALSA |
| - CADAGUA | - EMMASA |
| - CANARAGUA | - ENDESA - UNELCO |
| - CANARIAS EXPLOSIVOS | - ENTEMANSER |
| - CERVECERA DE CANARIAS | - INALSA |
| - CONSTRUTEC | - INFILCO ESPAÑOLA |
| - DEGREMONT | - IONICS IBERICA |
| - DRACE | - TECNOLOGÍA CANARIA DEL AGUA |
| - ELMASA | - TEDAGUA |

PYMES

- | | |
|--|------------------|
| - AQUAFACORY | - TAGUA |
| - AVA QUÍMICA | - TECNOVALIA |
| - HYDRA CONSULTORES | - TORAY MEMBRANE |
| - EMPRESA MIXTA DE AGUAS DE LA ANTIGUA | - EUROPE |
| - JOSÉ FALCÓN SUÁREZ, S.A. | - WASSER |

PROFESIONALES

- | | |
|---|---|
| - EMILIO ALSINA (CCIMA) | - ALEXIS POMARES (GIRO INGENIERÍA) |
| - ÁNGEL CARRALERO (GESCOMYCE) | - ROBERTO PONCELA (Geólogo) |
| - GLORIA GUTIÉRREZ (Abogado) | - ELZBIETA SKUPIEN (Hidrogeóloga) |
| - JOSÉ LUIS P. TALAVERA (Ingeniero Industrial) | - M. ^a DE LOS ÁNGELES RODRÍGUEZ MORA |
| - M. ^a JOSEFA PÉREZ (C.B. La Candelaria) | |