

Apoyo a la formación práctica de estudiantes

El Centro Canario del Agua apoya la realización de un trabajo de fin de carrera (Diplomarbeit) de la estudiante Rebecca Gebhard de la Facultad de Geografía de la Universidad de Basilea, Suiza sobre: "La evaluación del impacto socioeconómico de la desalación". El trabajo consiste en una evaluación de la legislación existente sobre este tema y de las técnicas de valoración más reconocidas. A partir de ahí se analizará qué criterios y factores deben considerarse en la valoración de los impactos socioeconómicos de la desalación, atendiendo a la experiencia real que hay en Canarias. El trabajo incluirá recomendaciones sobre como aplicar de forma óptima las técnicas de evaluación de impacto socioeconómico y que aspectos deberán considerarse para mitigar o corregir los impactos de la desalación.

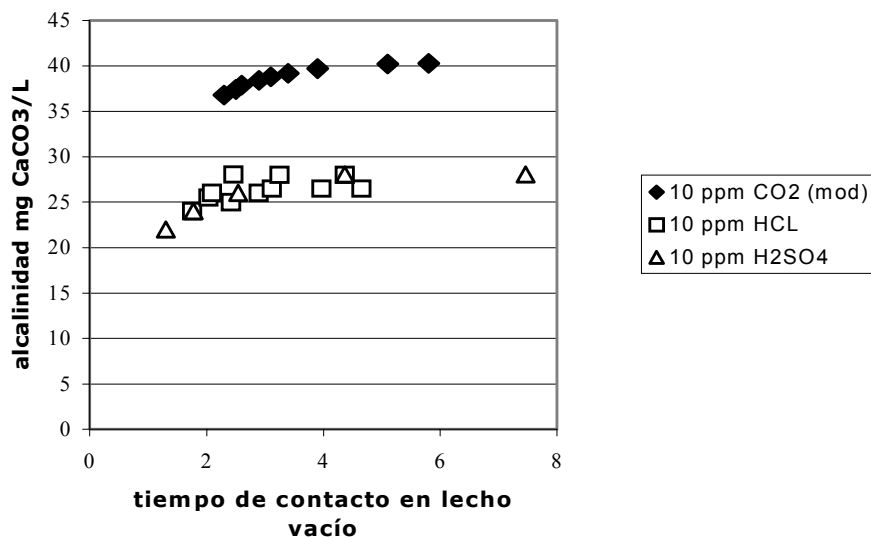
Por su parte, la estudiante de ciencias ambientales de la Universidad de Almería, Cintia Hernández, ha finalizado su proyecto de investigación para el curso especial en Ecotoxicología Acuática de la Academia Hogeschool Zeeland de Holanda titulado: "Calidad del agua depurada después de un tratamiento de microfiltración o ultrafiltración". El trabajo, que se ha presentado en inglés, ilustra el comportamiento de ambos tipos de tratamientos de aguas después de este tipo de tratamientos. Por otro lado, la Fundación ha firmado recientemente sendos convenios de colaboración con la Consejería de Educación, Cultura y Deportes y la Oficina Canaria de Empleo para la formación de estudiantes en prácticas en el laboratorio de la Fundación en Arinaga, Gran Canaria.

Sobre la dosificación con ácidos en lugar de CO₂

Debido a la eliminación de los pretratamientos con ácidos en las desaladoras de ósmosis inversa resulta cada vez más frecuente encontrar permeados de agua de mar con niveles bajos de CO₂ (< 2 mg CO₂/L). El tratamiento de estas aguas con lechos de calcita produce un agua de elevado pH (pH > 9), baja alcalinidad (TAC ≤ 10 mg CaCO₃/L) y sin CO₂. En estas condiciones, el agua tiende a absorber CO₂ de la atmósfera hasta alcanzar la concentración de equilibrio de 0,5 mg CO₂/L. Este aumento en la concentración CO₂

de esta manera aumentar la alcalinidad. Este proceso, si bien es muy conocido en la industria, no parece haber sido, hasta ahora, suficientemente investigado para aguas desaladas.

El Centro Canario del Agua ha realizado una serie de experimentos y análisis con el objetivo de conocer los cambios de composición de un agua desalada tratada en lechos de calcita y previamente acidificada con CO₂, HCl ó H₂SO₄. Los experimentos con HCl y H₂SO₄ en dosis de 5,10 y 15 ppm, se realizaron empleando una pequeña planta piloto, mientras que los efectos de la adición de CO₂ se estimaron a partir de un modelo teórico, previamente



produce un descenso del pH, que no sería grave si la alcalinidad fuera alrededor de 40 mg CaCO₃/L, pero al ser ≤ 10 mg CaCO₃/L implica un descenso de pH hasta valores alrededor de 7,7. Este descenso de pH lleva consigo un descenso en el índice de Langelier por debajo del nivel de -0,5 establecido por la norma de abastecimiento (R.D. 140/2003). En algunos casos, por tanto, se intenta que la alcalinidad después del tratamiento de remineralización sea mayor. Para ello se añade CO₂ o algún tipo de ácido para forzar la disolución de la calcita y conseguir

validado con resultados de trabajos anteriores y de este propio estudio. Los resultados confirman, de acuerdo con la estequiometría, que para conseguir la misma alcalinidad hace falta prácticamente el doble de ácido que de CO₂. La diferencia entre el HCl y el H₂SO₄ es poca. Así, para conseguir una alcalinidad de 40 mg CaCO₃/L, hubo que dosificar alrededor de 23 ppm de ácido frente a los 10 ppm de CO₂. Esto implica que, el tratamiento con ácido sulfúrico tiene el mismo coste que el del CO₂, mientras que el tratamiento con ácido clorhídrico cuesta aproximadamente el doble.

La opinión del experto: José Luis Talavera sobre la desalación y reutilización de aguas

El Manantial: *¿Cómo ve a Canarias en relación a los avances en desalación?*

Talavera: Aparte del Centro Canario del Agua de reciente creación, en Canarias no existen compañías dedicadas a la investigación. Sin embargo, Canarias ha sido y sigue siendo pionera en probar los desarrollos que se han realizado en otros países: membranas, sistema de ahorro de energía y muchos más.

El Manantial: *¿Podríamos decir entonces que en Canarias es donde se desarrollan la mayoría de los estándares industriales en desalación?*

Talavera: Efectivamente. Fuerteventura, por ejemplo, es quizás el lugar del mundo donde más sistemas diferentes de desalación se han probado: Evaporación por tubos verticales, MSF (evaporación multietapa), compresión de vapor y por último la ósmosis inversa. Estas instalaciones han sido pioneras y tienen un importante valor tecnológico que no debemos menospreciar. En Canarias se construyó, por ejemplo, la primera planta de ósmosis inversa de doble etapa. Las membranas de alta presión y los tubos cargadores de alta presión fueron desarrolladas por los japoneses a instancias nuestras. También hay que tener presente que en Canarias se ha progresado mucho en lo que es el día a día de la gestión de las plantas. Un buen ejemplo es el retrolavado de los filtros de arena con salmuera que reduce los consumos de energía y aumenta la eficacia del proceso por el efecto del choque osmótico.

El Manantial: *En los últimos años se ha notado un descenso importante en la utilización de productos químicos en las desaladoras: ¿Que podría decirnos al respecto?*

Talavera: Al principio, las empresas de membranas se cubrían diciéndonos que teníamos que utilizar coagulantes, polielectrolito, cloro, anti-incrustantes, bisulfito, etc., pero con el tiempo hemos visto que cuantos menos productos mejor. Hoy en día, son muchos los que solo utilizan un poco de cloruro férrico o de anti-incrustante y ya está. Esto ha ayudado también a que la salmuera tenga menos contaminantes.

El futuro de la desalación está pendiente de los costes energéticos, más que de nuevos avances tecnológicos

El Manantial: *¿Cuales son las áreas de la desalación donde todavía hay más problemas?*

Talavera: Creo que el desarrollo bacteriano en las membranas sigue siendo la gran asignatura pendiente. Prácticamente el 100% de las plantas tienen algunos problemas de obstrucción orgánica en las membranas. Las aguas de tomas abiertas suelen ser las peores aunque también hay pozos con aguas difíciles como en Fuerteventura. Los problemas inorgánicos no son tan importantes y suelen ser más bien culpa del operador.

El Manantial: *¿Qué le parecen los nuevos sistemas de recuperación de energía o cámaras isobáricas?*

Talavera: Lo de las cámaras isobáricas está bien porque reducen el consumo energético y han cambiado el sistema clásico. Ahora hay dos flujos y un cambio de concepto en el diseño. Mi experiencia con el sistema de revolver es muy positivo. Los sistemas de cámaras isobáricas requieren por su parte un ajuste muy preciso de los tiempos de llenado y vaciado de las cámaras por lo que conllevan un desarrollo

mecánico importante. De nuevo aquí hemos sido los canarios los primeros en introducir estos sistemas en nuestras plantas a nivel mundial.

El Manantial: *Últimamente se está planeando construir plantas muy grandes, algunas de hasta 200.000 m³/d. ¿Que opinión le merecen estos proyectos?*

Talavera: Desde el punto de vista de costes de gestión puede haber un considerable ahorro por economías de escalas ante volúmenes tan gigantescos. Sin embargo, hay que tener en cuenta los problemas medioambientales que pueden surgir por los grandes caudales de salmuera concentrados en un área específica. Ahí está el ejemplo de Arabia Saudita donde puede verse claramente el considerable daño medioambiental causado por los vertidos de salmueras de las grandes plantas. Con las plantas pequeñas se está quizás más seguro, aunque todo depende, evidentemente, de la sensibilidad de la zona costera en cuestión.

El Manantial: *¿En que aspectos se ha avanzado más en los últimos años?*

Talavera: En los temas de recuperación de la energía es quizás donde más se ha avanzado. Hace tres años me apearon de un concurso por proponer la utilización de los sistemas de recuperación de energía, y eso que iba como responsable de la explotación; hoy en día, sin embargo, estos sistemas han sido aceptados y se consideran indispensables. La realidad tecnológica de hoy es muy diferente a la de hace tres años.

El Manantial: *¿Cómo se compara la electrodiálisis con la ósmosis inversa en la desalación de aguas salobres?*

Talavera: Generalmente, a partir de 2 gramos de sal por litro

empieza a ser más rentable la ósmosis. Solo en aguas con problemas de sílice se justifica utilizar EDR a salinidades mayores que éstas ya que la ósmosis se obstruye con la sílice. Con mucha salinidad hay que poner muchas etapas de EDR en serie para ir mejorando la calidad dado que el rendimiento de cada módulo es siempre constante: un 85%. El consumo energético es similar a la ósmosis para plantas con aguas de menos de 2 gramos. Una ventaja de la EDR es que es insensible al crecimiento bacteriano ya que se puede operar con agua clorada y por tanto desinfectada, cosa que no es posible con la ósmosis.

El Manantial: *¿Que solución técnica ve Usted más viable para la desalación de agua depurada?*

Talavera: Las experiencias en Gran Canaria y Lanzarote nos enseñan que la ósmosis inversa se obstruye incluso con un tratamiento previo con membrana de microfiltración. Los rendimientos de la ósmosis bajan hasta el 50%-60% del nominal con lo que entonces los costes se multiplican. En aguas depuradas la EDR es menos sensible a la incrustación de fosfato cálcico por lo que no hay que añadir ácido sulfúrico como en la ósmosis. Aún después de un tratamiento de micro esto es 0,3 micras, o de ultrafiltración, esto es 0,03 micras, es imposible bajar el (SDI) índice de colmatación de un filtro de 0,4 micras, por debajo de 2,5, cuando lo ideal para la ósmosis es que el SDI esté por debajo de 1,5. Pienso que los polisacáridos que abundan en el agua residual traspasan las membranas de micro y ultra, y es sabido que son precisamente los polisacáridos los compuestos que más contribuyen a la colmatación de las membranas de ósmosis inversa.

El Manantial: *¿Es por tanto el SDI el parámetro más útil para medir los problemas de obstrucción en la ósmosis?*

Talavera: Sin duda que lo es, pero hay que ver los tiempos para saber realmente lo que está pasando. El SDI es una división de tiempos por lo que conviene ver la curva completa para interpretar mejor lo que está pasando. También hay que procurar utilizar siempre la misma marca del filtro y comprobar visualmente que es lo que ha quedado retenido; si han sido arenas, arcillas o sustancias gelatinosas.

El Manantial: *¿Merece la pena reutilizar agua depurada o sería mejor desalar directamente agua de mar?*

Talavera: Por lo que se está viendo sería mejor adecuar el segundo paso de la depuración para mejorar la calidad y reutilizar sin otro tratamiento. Sin embargo, en Canarias, los vertidos clandestinos de salmueras de desaladoras pequeñas, de agua salada de pozos de achique o de alcantarillados con infiltraciones marinas, son un problema. En estos casos no sólo hay dificultades con la depuración sino que hay que desalar con los problemas que ya he mencionado anteriormente. La decisión no es fácil.

El Manantial: *¿Que le parece como funciona el Centro Canario del Agua?*

Talavera: Creo que el haberse enfocado desde un principio como un servicio de investigación y disponer del personal especializado ha sido un acierto. No hay mas que ver los trabajos que se han hecho y valorar. Es bueno que se investiguen cosas prácticas para la industria. Ahí está el tema de la remineralización de aguas desaladas donde el Centro es pionero en España y en el mundo. No hay ninguna compañía que actualmente diseñe, trabaje y venda este tipo de equipos. Eso es todo un logro

El Manantial: *Para finalizar: ¿Cómo ve Usted la desalación a 10 ó 15 años vista?*

Talavera: Creo que el tema crucial está relacionado con la demanda energética. La tecnología parece haber llegado a un máximo donde puede mejorar todavía en detalles como son los pre-tratamientos o pequeños aumentos en el rendimiento de las membranas pero realmente el problema creo que será la energía.

José Luís Talavera es ingeniero industrial, director técnico de Elmasa y miembro del Consejo de Dirección del Centro Canario del Agua.

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
Canaragua
Canarias Explosivos
Cervecera de Canarias
Construtec
Degremont
Drace
Elmasa
Emalsa
Emmasa
Endesa-Unelco
Entemanser
Inalsa
Infilco Española
Ionics Ibérica
Tecnología Canaria del Agua
Tedagua

PYMES

Aquafactory
C. Aguas Hoya del Cedro
Tagua
Tecnovalia
Wasser

PROFESIONALES

Emilio Alsina (Ccima)
Angel Carralero (Gescomyce)
Gloria Gutierrez (Abogado)
M^{ra} J. Pérez (CB. La Candelaria)
Alexis Pomares (Giro Ingenieros)
Roberto Poncela (Eurogeólogo)
Elzbieta Skupien (Hidrogeólogo)

Nuevos diseños para grandes plantas

El Centro Canario del Agua ha definido unos nuevos criterios de diseño y construcción para depósitos de lechos de calcita en obra civil para el tratamiento de plantas de hasta 100.000 m³/d de agua desalada. Se han realizado los criterios de cálculo para el dimensionamiento del lecho para tres tipos de aguas desaladas y según su contenido en CO₂. Para ello, se ha utilizado los resultados de un modelo matemático validado con numerosos datos de campo de trabajos anteriores. A partir de estos resultados se ha diseñado el tamaño de los depósitos en obra civil así como las estructuras interiores del mismo.

La estructura interior del depósito tiene dos partes: un piso inferior para sustentación de lecho y otro superior para alimentación del lecho. El piso inferior es una estructura formada de vigas de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Dicha estructura se apoya en una patas también de PRFV. Sobre la cuadrícula se colocan unas placas de PRFV, donde están insertadas una serie de boquillas de distribución que permiten la distribución uniforme de agua debajo del lecho.

En la parte superior del depósito se encuentra otra cuadrícula de acero protegido colgadas de unas vigas superiores. Sobre esta cuadrícula se

ubican unas placas patentadas con unos embudos dosificadores. Las placas son en PRFV y lacadas. Esta estructura permite dosificar la calcita triturada sobre la superficie del lecho, de forma que la altura del lecho permanece siempre constante y la dosificación, al ser muy lenta, no produce turbulencias o turbidez. El techo del que se cuelga la estructura es a su vez el piso de un silo superior donde se almacena la calcita. De esta forma, el silo alimenta directamente el lecho a través de los embudos dosificadores. Las dimensiones del silo permiten una autonomía de funcionamiento de varias semanas. La calcita se transporta hasta las bocas de carga superiores en big-bags (aprox. 1000 kg) y con un puente grúa.

Los costes de operación del sistema de remineralización con este sistema son considerablemente inferiores que los de otros sistemas del mercado.

Estos nuevos diseños se han traducidos en ofertas para plantas desaladoras de diferentes zonas de la península, Canarias y Baleares, así como para Arabia Saudita, Dubai, Omán y Túnez.

En la Figura adjunta se ilustra el diseño propuesto para un módulo de 7.500 m³/d (4 x 4 x 4 m). Este modelo ha sido realizado en colaboración con la empresa *La Roche Consultores*.

Certificación y nuevos equipos para el laboratorio del CCA

El laboratorio del Centro Canario del Agua, ubicado en el polígono de Arinaga en el Sureste de Gran Canaria, se prepara para someterse, el próximo mes de Octubre, al proceso de Certificación bajo Norma ISO 9001-2000 aplicable a laboratorios de análisis de aguas potables y residuales. En este caso, se ha optado por la entidad *Lloyd's Register Quality Assurance* avalada por las experiencias obtenidas en la certificación de laboratorios de este tipo. Durante este periodo de tiempo de implantación del sistema de gestión de calidad, se ha contado con la colaboración y servicios de *Eqtec, S.L.* como consultores de calidad.

El Centro Canario del Agua ha implantado también algunos procedimientos exigidos en calidad de laboratorios con vistas a una futura Acreditación bajo Norma ISO 17025.

Recientemente, el laboratorio ha adquirido nuevos equipamiento que permitirán la mejora de los métodos analíticos dentro de la técnica de Espectrofotometría de Ultravioleta – Visible. La adquisición de este nuevo equipamiento permitirá optimizar los límites de detección de los ensayos analíticos para parámetros típicos de aguas potables así como la incorporación de nuevos parámetros de control. Se pretende con ello disponer de herramientas que permitan desarrollar los proyectos de investigación de forma mas completa y adecuarlos a los distintos tipos de aguas.

