



El flúor en cifras: límites para el consumo y métodos de eliminación

Por Dr. Ing. Manuel Hernández Suárez*

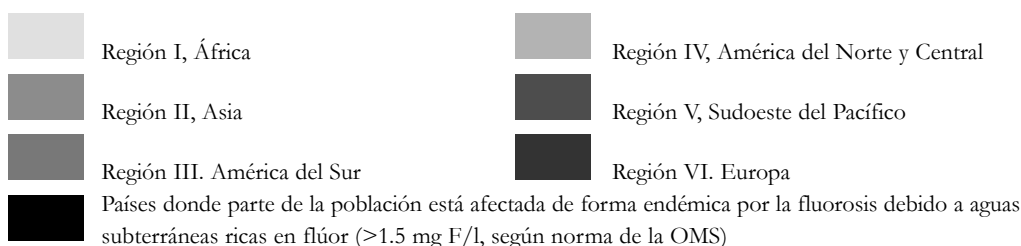
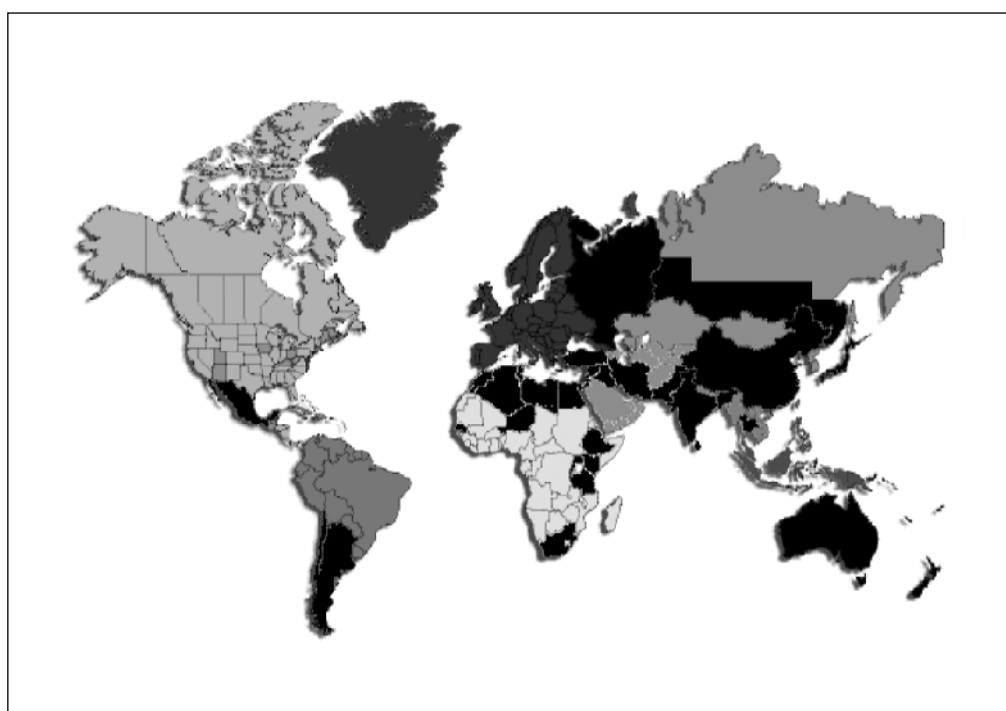
Introducción

Para algunos puede ser sorprendente comprobar, incluido este autor, lo extendido que está en el mundo el problema del flúor en las aguas de abastecimiento. Según un estudio reciente [1], se estima que más de 260 millones de personas consumen agua con más de 1 mg F/L y que el problema de la fluorosis endémica se extiende por unos 30 países en los cinco continentes.

por fluorosis endémica debido a una calidad del agua superior a 1,5 mg F/L [1].

Efectos en la salud

Los estudios toxicológicos han permitido identificar niveles concretos para las aguas de abastecimiento. La normativa vigente en España (RD 140/2003) transfiere la directiva europea al respecto y establece en el Anexo 1



En la China, por ejemplo, más de 38 millones de personas sufren de fluorosis dental y unos 1,7 millones de fluorosis osea grave. Según la misma fuente, se ha estimado que población mundial afectada por los problemas de fluorosis supera posiblemente los 70 millones. En la gráfica adjunta se ilustran en negro las regiones afectadas

un límite máximo de 1,5 mg/L de fluoruros. Este valor coincide con el valor guía de la OMS [2]. Por su parte, la USEPA [3] establece como MCL (Maximum Contamin-

* Dr. Ing. Manuel Hernández Suárez es director de la Fundación Centro Canario del Agua (mbs@fcca.es).

ant Level) el valor de 4 mg/L. Aunque indica también, que es necesario avisar a los usuarios cuando se sobrepasan los 2 mg F/L. Los efectos a largo plazo por consumo continuado de las aguas con fluoruros pueden resumirse como sigue [4]:

| | |
|----------------|-----------------------------|
| < 0,5 mg F/L | caries dentales |
| 0,5-1,0 mg F/L | mejora la salud dental |
| 1,5-4 mg F/L | Fluorosis dental |
| > 4 mg F/L | Fluorosis dental y ósea |
| > 10 mg F/L | Fluorosis ósea degenerativa |

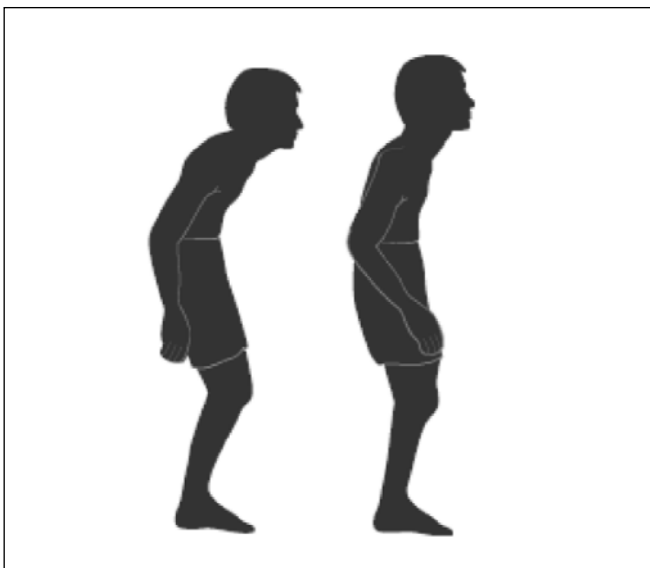
Con un consumo de aguas entre 0,5 y 1 mg F/L se reducen las enfermedades dentales. Entre 1,5 y 4 mg F/L se puede llegar a producir en algunos niños, sobre todo en los menores de 9 años, manchas en los dientes (fluorosis dental, ver foto adjunta). Dado que la fluorosis dental se produce cuando los dientes están todavía sin salir, es de esperar que en familias sin niños no existan problemas de fluorosis cuando el agua tiene menos de 2 mg F/L [3].

Un consumo continuado, y durante años, de agua con concentraciones entre 4 y 10 mg F/L produce de acumulación de fluor en los dientes y en los huesos. A partir de 10 mg/l y después de varios años de consumo se pueden producir enfermedades degenerativas en los huesos [3].

Tratamiento para la eliminación del flúor

Atendiendo a la extensión del problema de fluorosis en el mundo, existe una gran cantidad literatura sobre los sistemas de tratamiento para las aguas de abastecimiento y residuales. Una revisión de la bibliografía disponible permite constatar que no resulta sencillo, ni barato, reducir el flúor por debajo de 1,5 mg/L, además de que cada agua y entorno conlleva sus limitaciones.

En la Tabla 1 se resumen algunas de las técnicas más importantes para la eliminación de fluor [5][6].



En ensayos piloto o de laboratorio, todos de los tratamientos que aparecen listados en dicha tabla permiten reducir los niveles por debajo de 1,5 mg F/L. Sin embargo, la implementación en instalaciones a gran escala resulta a veces engorrosa, aparecen limitaciones medioambientales importantes o son inalcanzable desde el punto de vista económico.

Los métodos a base de precipitación son lentos y requieren espacio. También generan fangos contaminados. Probablemente el más conocido es el "Nagonda", utilizado preferentemente en la India [7]. Consiste en una adición de aluminio (o cloruro de aluminio) y cal (o aluminato sódico) seguido de una floculación y sedimentación en grandes balsas y una posterior filtración.

La absorción también es generalmente lenta; requiere un control del pH del agua y puede verse afectada por la interferencias con otros iones. El uso de intercambio iónico es poco frecuente en la práctica y está limitado a aguas de baja alcalinidad.

La electrodiálisis y la ósmosis inversa ocupan poca superficie y tienen un rendimiento alto, estable y garantizado, si bien producen salmueras que han de ser evacuadas. Su coste, por otro lado, sólo es asumible, generalmente, por las economías más desarrolladas.

El flúor en Tenerife

El área noroeste de Tenerife ha tenido tradicionalmente problemas de calidad de agua tanto en su suministro urbano como en el agrícola [8][9][10]. Las únicas fuentes de aprovisionamiento para las partes altas de la isla son las galerías que se introducen en el acuífero de Las Cañadas. Este está condicionado por la estructura y actividad volcánica del Teide donde los gases disueltos, particularmente el CO₂, producen una elevadas concentración de sales disueltas de bicarbonatos, sílice y también fluoruros.

Tras investigar diferentes opciones de tratamiento para este tipo de aguas, y atendiendo a las limitaciones de espacio y a los niveles altos de bicarbonatos y sílice existentes, se optó, en su día, por la electrodiálisis reversible (EDR). Tras más de 10 años de experiencia, este tratamiento continúa siendo la mejor opción técnica disponi-

| Método de eliminación | Dosis/capacidad | pH de trabajo | Ventajas | Desventajas | Costes de inversión |
|--|-------------------------------|--------------------------------------|--|---|---------------------|
| Precipitación | | | | | |
| Sulfato de alúmina | 150 mg/mg F | no específico | Proceso establecido | Se produce fango de proceso. El agua tratada es ácida y con residuos de Al | Medio-alto |
| Hidróxido de cal | 30 mg/ mg F | no específico | Proceso establecido | Se produce fango de proceso. El agua tratada es ácida | Medio-alto |
| Aluminio + Hidróxido de cal ("Nalgonda") | 150 mg alum+ 7 mg cal/mg F | no específico, óptimo 6,5 | Proceso establecido de baja tecnología | Se produce fango, dosis altas, residuos de Al. | Medio-alto |
| Calcita con aireación posterior | ≈ 40 mg/ mg F | no específico | Simple. Fangos reutilizables. No altera demasiado calidad del agua | Poca experiencia. Requiere I+D sobre tiempo de contacto y velocidad superficial. | Bajo-medio |
| Absorción/Intercambio iónico | | | | | |
| Carbón activo | variable | <3 | | Grandes cambios de pH antes y después del tratamiento. Muchas interferencias. | Alto |
| Carbón vegetal | 300 mg F/kg | 7 | Disponibilidad local | Requiere enjuague con hidróxido potásico. | Bajo-Medio |
| Zeolitas | 100 mg F/ kg | no específico | | Poca capacidad | Alto |
| Defluoron 2 | 300 g F/ m3 | no específico | | Eliminación productos químicos de la regeneración de las resinas. Interfiere la alcalinidad | Medio |
| Botes de arcilla | 80 mg/ kg | no específico | Disponibilidad local | Poca capacidad. Lento. | Bajo |
| Alumina activada | 1200 g F/m3 | 5,5 | Eficaz y proceso establecido | Necesita de operarios entrenados. Material no siempre disponible. | Medio |
| Huesos | 900 g F/ m3 | >7 | Disponibilidad local | Puede producir sabor; se degenera; no siempre aceptado. | Bajo |
| Cenizas de huesos | 100 g F/m3 | >7 | Disponibilidad local. Alta capacidad | Material no siempre aceptado. | Bajo |
| Membranas | | | | | |
| Electrodialisis | 80-82% | no específico/ depende tecnología | Remueve otros iones. Interferencias con la turbidez | Operador cualificado. Alto coste | Muy alto |
| Ósmosis inversa | 99-99,9% | depende tecnología | Remueve otros iones. Interferencias con la turbidez | Operador cualificado. | Muy alto |
| Cal + Nanofiltración | >85% | depende tecnología | Remueve otros iones. Interferencias con la turbidez | Alto coste. Poca experiencia | Muy alto |

Tabla 1: Sistemas de tratamiento para las aguas fluoradas [5][6]

ble y económicamente viable para la reducción de flúor en este tipo de agua y a gran escala. La calidad del agua que producen dos de estas plantas desaladoras aparece en la Tabla 2 de la página siguiente [11].

La EDR continúa teniendo principalmente la ventaja frente a la ósmosis inversa de que no se obstruye ante los altos niveles de sílice presente en estas aguas (> 40 mg Si/L). La evacuación de salmuera se realiza por vertido al mar con una concentración de sales aproximadamente la mitad del agua de mar.

El rendimiento de las plantas de electrodialisis es de un 80-81,5%. Un aumento de la concentración media de flúor en las aguas subterráneas por encima de 8 mg F/L

requerirá, por tanto, de una adaptación de las EDRs para garantizar niveles <1,5 mg F/L. Las opciones podrían estar en un pretratamiento a la EDR para reducir los niveles por debajo de 7 mg F/L, la incorporación de una etapa adicional de electrodialisis o la dilución con aguas menos contaminadas, aunque pueden surgir en un futuro otras tecnologías que de momento solo están fase de estudio.

Conclusiones

El problema de fluorosis en las aguas de abastecimiento está muy extendido por todo el mundo. Reflejo de esta situación es un número considerable de publicaciones científicas y proyectos de investigación enfocados hacia su con-

| | ALIMENTACION Valores mg/L | | PRODUCTO Valores mg/L | |
|--------------|------------------------------|---------------|--------------------------|---------------|
| | Cruz de Tarifas | Altos de Icod | Cruz de Tarifas | Altos de Icod |
| Calcio | 15 | 17 | 1 | 2 |
| Magnesio | 41 | 64 | 4 | 7 |
| Sodio | 266 | 330 | 55 | 73 |
| Potasio | 68 | 73 | 9 | 9 |
| Bicarbonatos | 845 | 1.184 | 171 | 229 |
| Cloruros | 21 | 25 | 4 | 4 |
| Sulfatos | 103 | 63 | 3 | 1 |
| Nitratos | 12 | 7 | 5 | 2 |
| Fluoruros | 5,95 | 7,0 | 1,10 | 1,39 |
| STD | 1.362 | 1.770 | 253 | 328 |
| Sílice | 47 | 50 | 47 | 50 |
| Ph | 8,04 | 8,12 | 6,8 | 6,82 |

Tabla 2: Calidad de las aguas antes y después del tratamiento con EDR en Tenerife (datos de 2002) [11].

trol. Sin embargo, a día de hoy y a la vista de la información disponible, las técnicas de eliminación del fluor para las aguas de abastecimiento no son fáciles de implementar, ni son baratas, ni está libres de un impacto medioambiental residual; en particular en instalaciones a gran escala.

Las tecnologías tradicionales de precipitación y absorción son lentas, por lo que requieren de espacio suficiente, y si bien son económicas de instalar producen fangos o requieren de un acondicionamiento del agua costoso. Por su parte, las instalaciones con membranas son bastante más compactas y ofrecen las mejores garantías de rendimiento. Si bien, son bastante más caras y requieren de un personal cualificado.

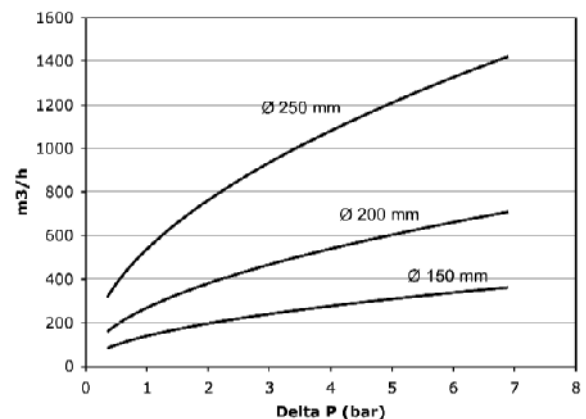
En un futuro próximo es de esperar que la investigación produzca avances en el desarrollo de los procesos con membranas, ya sean de electrodiálisis, nanofiltración u ósmosis inversa, así como en la combinación de diversos procesos para optimizar el rendimiento y el coste de operación de las plantas.

Referencias

1. Mazet, P. Les eaux souterraines riches en fluor dans le monde, Maison des sciences de l'eau de Montpellier, UMR 5560 Hydrosociences CNRS-UMI-IRD
2. World Health Organization (WHO), Guidelines for drinking water quality, 2nd ed. Vol. Health criteria and other supporting information, 1996. www.who.int/water_sanitation_health
3. USEPA public notification for fluoride en: John De Zuane, Handbook of drinking water quality page 509. Van Nostrand Reinhold, 1990.
4. Dissanayake, C. B. 1991. The fluoride problem in the groundwater of Sri Lanka - environmental management and health. Intl. J. Environ. Studies, 19, 195-203.
5. Heidweiller, V. M. L., 1990. Fluoride removal methods. In: Proc. Symposium on Endemic Fluorosis in Developing Countries: Causes, Effects and Possible Solutions, ed: Frencken, J. E., Chapter 6, NIPG-TNO, Leiden, pp51-85.

6. Solsona, F. 1985. Water defluoridation in the Rift Valley, Ethiopia. UNICEF Technical Report, Addis Ababa, 27 pp.
7. Nawlakhe, W. G. and Bulusu, K. R. 1989. Nalgonda technique - a process for removal of excess fluoride from water. Water Quality Bull., 14, 218-220.
8. Estudio de caries dental en la población de una zona de fluorosis endémica (Municipio de La Guancha, Santa Cruz de Tenerife). Rev Sanid Hig Publica (Madr). 1987 Jan-Feb;61(1-2): 63-74. Gomez A., Sierra A., Doreste J., Gonzalez R., Álvarez R., Hardisson A., Chiscano R.
9. Plan Hidrológico Insular de Tenerife (1996) en www.aguastenerife.org el 5/12/06.
10. Gómez G., Gómez D., Delgado M. Flúor y fluorosis dental. Pautas para el consumo de dentífricos y aguas de bebida en Canarias. Dirección General de Salud Pública. Servicio Canario de la Salud, 2002.
11. Armas Torrent, J.C. Desalinización por Electrodiálisis Reversible. Características del proceso y casos prácticos. Noticias Aedyr, Nr 5. Marzo 2002.

Caudales de funcionamiento de los eductores gigantes



Mejoras en el diseño de los depósitos de calcita

La implantación de los lechos de calcita se ve a veces limitada por la falta de superficie. La combinación entre el tiempo de contacto en lecho vacío, medido en minutos, y la velocidad superficial, en metros por hora, definen el tamaño de estos lechos. El tiempo de contacto viene definido por el grado de saturación (índice de Langelier) que se desea obtener, mientras la velocidad ascensional se selecciona atendiendo principalmente a la turbidez.

La normativa de abastecimiento vigente (RD 140/2003) establece como límites un índice de Langelier $\pm 0,5$ y una turbidez < 1 NTU.

Para superar el índice de Langelier de $-0,5$ con aguas desaladas de bajo contenido sales y CO_2 utilizando lechos de flujo ascendente se requieren al menos 5 minutos de tiempo de contacto. Sin embargo, los valores de velocidad ascensional para garantizar un efluente con < 1 NTU no han sido suficientemente definidos. Ello ha obligado a utilizar un criterio conservador alrededor de 9 m/h [1].

Con el fin de definir claramente la relación entre velocidad ascensional y turbidez en los lechos de calcita de flujo ascendente se realizaron una serie de mediciones con una planta piloto de 2 m de diámetro y 1,5 m de altura de lecho con suelo filtrante con crepinas y vertedero interior perimetral. La planta vierte a presión atmosférica. Esta planta piloto recibe el agua de la desaladora de Carboneras (Almería) y ha sido instalada por la empresa Aqualia y según ingeniería de Bartolomé Marín de SPA. Cuenta con una bomba con variador de frecuencia, inyección de CO_2 , medidores en línea CE y pH a la entrada y salida de la planta y de turbidez a la salida del lecho de calcita. El depósito tiene una altura total de 4,1 metros e incluye un silo en su parte superior para al menos 30 días de autonomía. El agua tratada vierte por gravedad a un depósito desde donde se bombea directamente a los depósitos de abastecimiento de Agua Amarga (Alme-

ría). Las mediciones se realizaron con el turbidímetro en línea (Hatch Lange SC100) y fueron contrastadas frecuentemente con un turbidímetro de campo (Hatch 2100 P) previamente calibrado en el laboratorio según la norma estándar.



Durante las mediciones preliminares se comprobó que la turbidez del agua de salida se equilibra después de aproximadamente 20 minutos. Por tanto, las mediciones se realizaron después de 30-40 minutos de haber cambiado el caudal. Durante los trabajos se comprobó que el turbidímetro en línea subestimaba el valor en aproximadamente 0,22 NTU. Correspondientemente se aumentaron los datos del turbidímetro en línea según este factor.

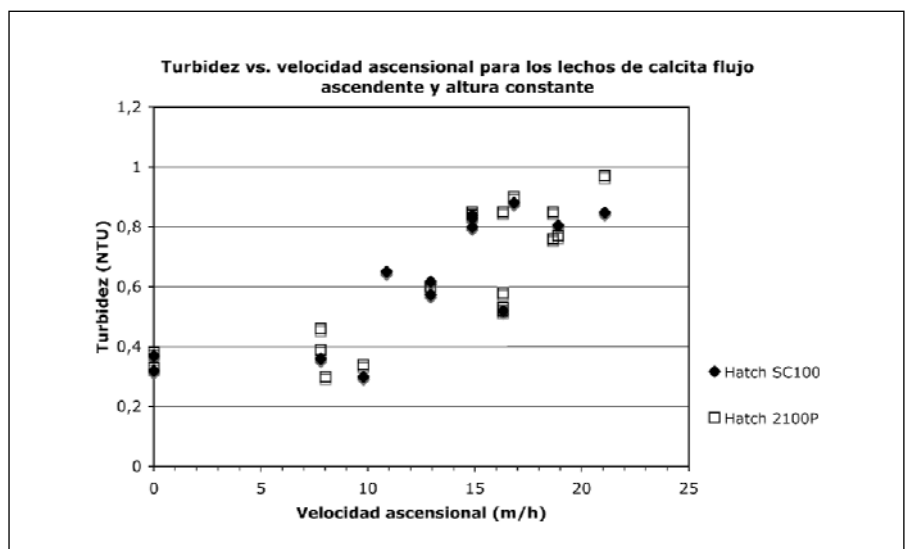
La gráfica adjunta ilustra los resultados obtenidos. En ella se comprueba que la turbidez comienza a aumentar a partir de unos 11 m/h y alcanza 1 NTU aproximadamente a los 21 m/h. Estos datos concuerdan bastan-

te bien con otros obtenidos en otras plantas piloto más pequeñas y no presentados aquí.

Durante el curso de la investigación se realizó un ensayo de aumentar el caudal hasta unos 30 m/h durante unos 20 segundos con el fin de crear un "pulso": que ayudara a eliminar los finos que pudieran haberse acumulado en la superficie del lecho. Este pulso aumentó la turbidez temporalmente hasta 5 NTU para luego descender al cabo de 30 minutos hasta valores ligeramente inferiores a los que se medían antes del pulso.

En resumen se ha comprobado que los lechos de calcita de flujo ascendente y altura constante pueden ser operados a velocidades hasta 20 m/h sin que se llegue a superar el valor 1 NTU. Estos resultados permiten, por tanto, aumentar la velocidad de diseño de los lechos grandes en obra civil hasta 12-16 m/h. La importancia de esta conclusión es considerable ya que reduce considerablemente la superficie de los lechos contemplada hasta ahora.

La Fundación expresa su especial agradecimiento a Javier Rubio (jefe de servicio de la oficina de Aqualia-Nijar), Ángel Molina (jefe del laboratorio de Aqualia en Almería) y a Gabriel Belmonte (jefe de instalaciones eléctricas de Aqualia-Nijar) por su colaboración en la instalación de la planta y en la toma de datos.



Redescubrir las aguas subterráneas con nuevas técnicas

Charla con Elzbieta Skupien, especialista en hidrogeología volcánica

EL MANANTIAL: Doctora Skupien, su curriculum es impresionante. ¿Como es que ha venido a ejercer su profesión en las islas?

DRA. SKUPIEN: Estudié en Cracovia Ingeniería de Minas, luego me especialicé en Hidrogeología en la Universidad Politécnica de Cataluña. Así llegué a Canarias en 1990 para trabajar en los Avances de los Planes Hidrológicos de La Palma, La Gomera y El Hierro. Después, por razones de índole personal, me quedé.

EM: ¿Como llegó a la decisión de estudiar Ingeniería de Minas?

S.: Aunque parezca trivial, en Cracovia la escuela tiene un edificio impresionante que siempre me atrajo por su gran belleza y diseño. Además, a mi se me daban bien las matemáticas y, en Polonia, la minería es importante. Ahora disfruto de mi profesión y me alegro de haberla escogido, aunque es sacrificada.

EM: La hidrogeología en Canarias siempre se ha considerado algo fascinante por los especialistas. ¿A qué se debe?

S.: Quizás porque es imprevisible. En zonas continentales los terrenos sedimentarios están omnipresentes. En estas áreas puedes proyectar la información en el espacio con datos tomados a cierta distancia. En las islas esto es más difícil. Es, si se quiere, un poco aventura. Requiere una gran formación y también algo de intuición. Las zonas rocosas de carbonato cálcico, llamadas cársticas, pudieran tener algunos paralelismos con lo que puede encontrarse en las islas.

EM: El SPA-15 fue un trabajo de hidrogeología importante realizado en los años 70 por un equipo de la UNESCO. ¿No cree que habría que actualizarlo?

S.: Fue el primer estudio integral de la realidad hidráulica de Canarias. Tal vez habría que digitalizarlo para aumentar su difusión y su utilidad para la investigación que realizamos los que venimos detrás. Sin ir más lejos, hace unos días realicé un estudio utilizando el tritio como trazador natural para estimar la edad de unas aguas subterráneas, y fue de mucha utilidad contar con datos de hace más de 30 años.

En hidrogeología es fundamental mantener la continuidad en el tiempo de las campañas de muestreo.

EM: ¿Podría explicarnos algo sobre este tema del tritio?

S.: Es un isótopo natural del hidrógeno de la molécula del agua, que se produce en la atmósfera. En los años 60 su producción fue considerable como consecuencia de pruebas term nucleares realizadas en las capas altas de la atmósfera. Esto implica que las aguas de lluvia vienen marcadas por este trazador. Dado su corto periodo de vida, la variación de su concentración en las aguas subterráneas está relacionada con el tiempo de renovación, y consecuentemente con la antigüedad de las mismas. Existen diversos modelos interpretativos de su mezcla en el acuífero. Con todo ello se puede estimar la edad de las aguas subterráneas de forma bastante discreta. Evidentemente es una herramienta de gran utilidad, complementaria a otras técnicas hidrogeológicas para el estudio de sistemas acuíferos.

EM: ¿Qué impacto tienen las desaladoras en la recuperación de los acuíferos?

S.: Realmente el consumo va por delante y a pesar de que se construyen plantas desaladoras, la demanda es tan grande que en algunas zonas se continúa con la sobreexplotación, a pesar de que existe más control. Hay que estudiar e informar para tomar decisiones de como explotar, o continuar perforando, en base a datos técnicos más fiables y para optimizar la gestión de recursos hidráulicos. En este contexto, la aplicación de técnicas isotópicas ambientales (tritio, oxígeno 18, deuterio, etc.) resulta de gran utilidad.

EM: La reinyección de salmueras de las desaladoras en los pozos costeros es una práctica reciente en muchas islas. ¿Qué nos puede decir al respecto?

S.: En este punto considero que hacen falta medios e instrumental de control para realizar un seguimiento adecuado. No se pueden decir las cosas simplemente con la teoría. Habría que hacer prospecciones de campo, sondeos piloto y colocar sondas. Hay que cuantificar. Se ha avanzado mu-

Hay que aprovechar las nuevas técnicas para hacer un mejor seguimiento de las aguas subterráneas.

cho en la instrumentación de aguas subterráneas con sondas multiparamétricas, telemando y telecontrol, etc., por lo que hay que aprovechar estos medios.

EM: ¿Qué aspectos ve más importantes en la investigación hidrogeológica?

S.: Creo que uno de los aspectos más importantes en la investigación hidrogeológica, especialmente en terrenos tan complicados como son los que hay en Canarias, es la continuidad de la investigación. Analizar la evolución, comparando con datos anteriores facilita mucho la interpretación de la información. En este sentido contar con datos anteriores (SPA-15, MAC-21, Canarias 2000, etc.) ha permitido actualizar el conocimiento hidrológico de las islas, incorporando los conocimientos recientes a los actuales Planes Hidrológicos, objeto de próxima revisión. Toda la legislación vigente y futura en temas de calidad de aguas apunta en la dirección de disponer de un banco de datos permanentemente actualizado y a disposición de los ciudadanos. Precisamente en este sentido la nueva Directiva Marco del Agua nos emplaza a controlar este tema y a potenciar la sostenibilidad de nuestros recursos. Es todo un reto. Las aguas subterráneas deberán seguir siendo una fuente principal de agua



en las Islas, independientemente de las desaladoras.

EM: El cambio climático repercutirá sin duda en la hidrogeología, pero ¿a qué nivel?

S.: Realmente ya nos está afectando. La temperatura ha aumentado uno o dos grados de media en las zonas altas de las Islas. Con ello, la evapotranspiración ha aumentado un 10-12% con lo que el agua remanente para infiltrarse es menor. Así que, si el régimen de lluvias no compensa este desfase, habrá un cambio. Pero no se ve todavía un impacto claro en el régimen de lluvias. En cualquier caso habrá ajustar los modelos, aunque éstos nos sirvan solo de guía para

identificar tendencias nos son útiles para pronosticar efectos a medio y largo plazo.

EM: La Fundación cumple 7 años y desde un principio Usted ha querido ser patrono. ¿Qué nos puede decir de su evolución?

S.: La Fundación tiene una estructura que es un punto intermedio entre la Universidad, que tiene sus Investigadores para realizar proyectos, y los Organismos Públicos que no tienen tiempo material para dedicarse a la investigación, aunque creo que también deberían dedicar un cierto esfuerzo a ello. Es un vacío que se puede y se debe llenar. Los resultados de la investigación deben exponerse claramente con un lenguaje claro e inteligible para el ciudadano de a pie. La divulgación es un aspecto fundamental y necesario para contribuir al binomio ciencia-sociedad.

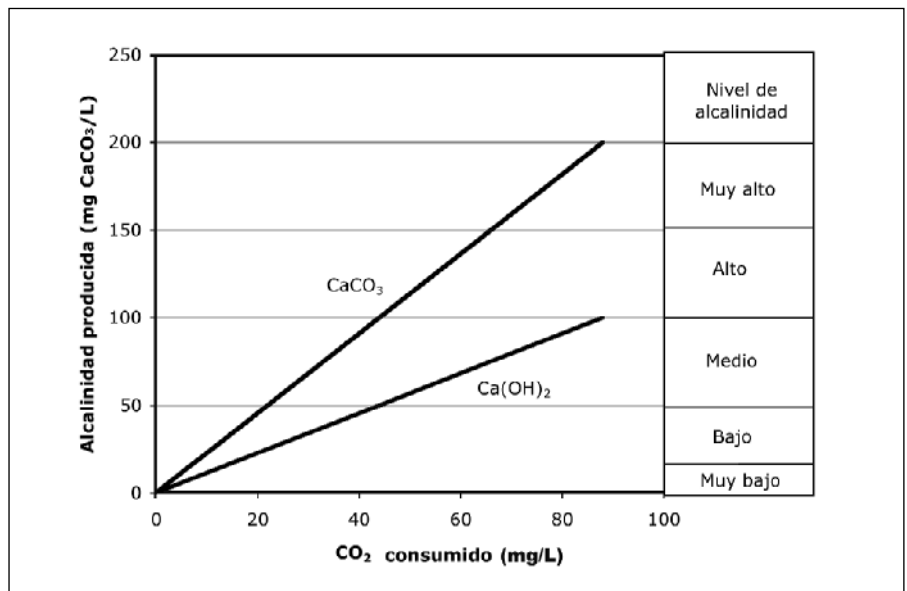
EM: Muchas gracias.

* Elzbieta Skupien es Doctora Ingeniera de Minas y consultora en temas de hidrogeología de rocas volcánicas.
Email: elzbietastrupien@telefonica.net

Sobre los consumos de CO₂ y los costes de explotación de la remineralización

Comparativa entre calcita y cal

Es una pregunta frecuente entre operadores de plantas cuanto CO₂ hay dosificar en la remineralización para conseguir un agua adecuada. En el gráfico adjunto se resume la dosis de CO₂ y la alcalinidad producida con los dos sistemas convencionales: la calcita y la cal. Las aguas desaladas tienen una alcalinidad alrededor de 2-6 mg CaCO₃. Por tanto, tienen un nivel de alcalinidad extremadamente bajo. La dosis de CO₂ que se requiere para conseguir un agua con al menos 50 mg CaCO₃/L de alcalinidad es de 22 mg CO₂/L. Con la cal las necesidades son el doble. De ahí la diferencia en los costes de explotación.



Revalorización de las salmueras

Directrices para el uso de salmueras de desaladoras en balnearios y thalassos

Generalmente, las salmueras de las plantas desaladoras de agua de mar son un producto residual que se vierte directamente al mar.

Sin embargo, un análisis exhaustivo de las mismas, realizado por el CCA, para plantas con tomas de pozos limpios o tomas abiertas, indica que pudieran ser perfectamente aptas para su uso en balnearios y thalassos.

Obviamente, será necesario respetar una serie de requerimientos específicos para garantizar la pureza de este concentrado de agua de mar, pero la posibilidad de que las salmueras tengan con un valor económico reconocido resultará, sin duda, beneficioso para el sector.

Siguiendo esta idea, la Fundación Centro Canario del Agua ha iniciado los contactos para elaborar unas *Directrices para el Uso de Salmueras de Desaladoras en Balnearios y Thalassos* que establezcan criterios como su calidad, el control de posibles contaminantes, las características de los

circuitos de limpieza y demás aspectos del proceso.

Las directrices analizarán también los niveles de riesgos dermales, de ingestión y de inhalación para los usuarios de este tipo de instalaciones

en base a estándares reconocidos. También incluirán recomendaciones específicas para el manejo de estas aguas y condiciones de funcionamiento. *Para más información: Manuel Hernández, mhs@fccca.es*

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

• ACCIONA-Aguas • AQUALIA • CADAGUA • CANARAGUA • CANARIAS EXPLOSIVOS • CERVECERA DE CANARIAS • CONSTRUTEC • DEGREMONT • DRACE • ELMASA • EMALSA • EMMASA • ENTEMANSER • GE WATER & PT • INALSA • SADYT • TECNOLOGÍA CANARIA DEL AGUA • TEDAGUA

PYMES

• AQUAFACORY • HYDRA Soluciones Ambientales • EMPRESA MIXTA DE AGUAS DE LA ANTIGUA • JOSÉ FALCÓN SUÁREZ, s.a. • SOLWATER • TAGUA • TECNOVALIA • TORAY MEMBRANE EUROPE • WASSER

PROFESIONALES

EMILIO ALSINA (CCIMA); JOSÉ LUIS P. TALAVERA (Ingeniero Industrial); M.^a JOSEFA PÉREZ (C.B. La Candelaria) ; ALEXIS POMARES (GIRO INGENIERÍA); ROBERTO PONCELA (Geólogo); ELZBIETA SKUPIEN (Hidrogeóloga); M.^a DE LOS ÁNGELES RODRÍGUEZ MORA (Funcionaria)