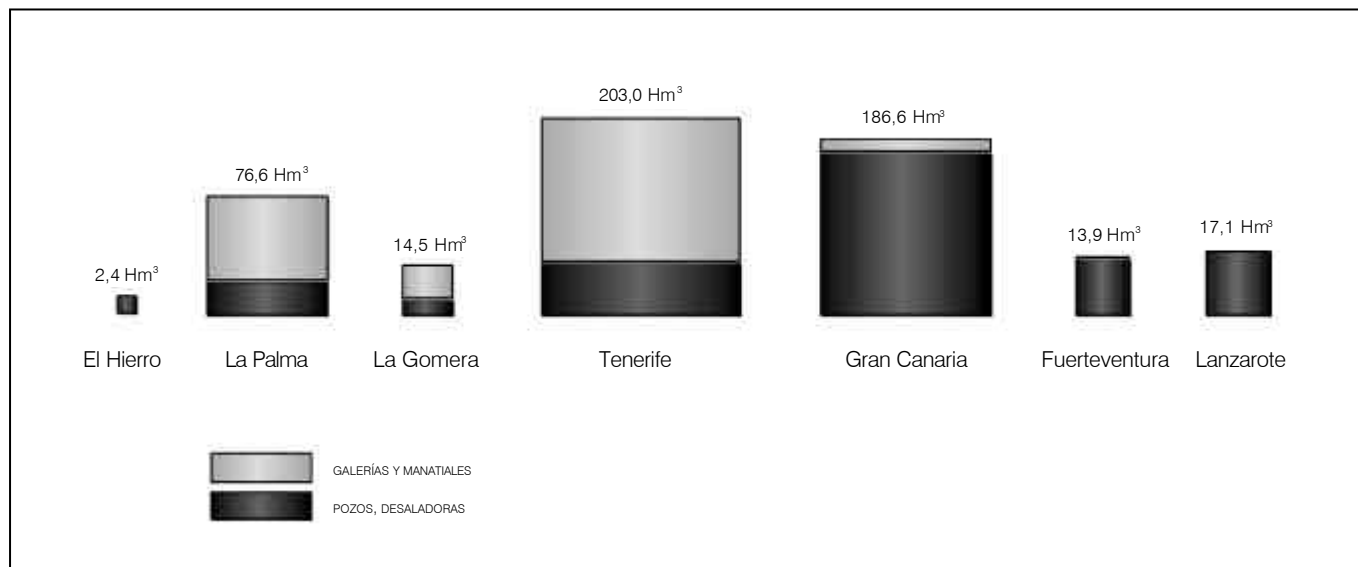




La dependencia energética de la producción de agua en Canarias



La producción de agua en las islas está vinculada, en gran parte, a la disponibilidad de energía eléctrica. En la figura adjunta se ilustra la dependencia energética del sector del agua en cada una de las islas. En el caso de algunas islas la dependencia es total, dado que sólo disponen de aguas de

pozos o de desaladoras. En otras, sin embargo, disponen de galerías que generalmente se encuentran a cotas superiores a los abastecimientos y regadíos, lo que permite su aprovechamiento sin necesidad de bombeos. (Datos extraídos de los respectivos Planes Hidrológicos Insulares).

NUEVO: Versión digital de EL MANANTIAL

A partir de la presente edición EL MANANTIAL contará con una versión digital paralela más ampliada y de fácil acceso. La dirección es:

www.fcca.es/emd

La novedad consiste en que la versión digital incluye los textos completos de los artículos mientras que en EL MANANTIAL clásico en formato DIN-A3, sólo se incluyen los resúmenes de los artículos.

Se persigue conseguir una mayor divulgación de los informes y trabajos de I+D que se realicen en Canarias en temas de afines al agua, sin incurrir en un coste excesivo de impresión.

Se ha entendido que la información, sobre los trabajos de I+D en los temas relacionados con el agua está dispersa y no es siempre fácil de localizar. Esto afecta a los proyectos, dado que el avance en temas de I+D se rea-

liza, como bien es sabido, por medio de trabajos concatenados.

Hay que tener presente que una buena parte de la investigación que se realiza en Canarias procede de pequeños proyectos que dan lugar a pequeños artículos que, si bien cumplen con sus objetivos, son difíciles de publicar dado que no alcanzan el nivel requerido por las grandes revistas. Por tanto, esta información queda almacenada de forma interna sin llegar a divulgarse fuera de los centros de trabajo respectivos.

Por otro lado, los trabajos que se envían a las revistas especializadas, generalmente caras, tardan meses, y a veces hasta años, en llegar a ser publicados y mientras llegan a publicarse se desconoce la existencia de los mismos. Resultaría, por tanto, de utilidad conocer al menos de la existencia de

estos trabajos y en caso de que fuera posible publicar resúmenes de dichos artículos para poder así saber lo que se está haciendo, contactar al investigador si procede y avanzar más deprisa en la investigación.

Por último, la redacción y publicación de artículos técnicos es una parte importante de la actividad curricular para profesionales, licenciados, ingenieros y doctores por lo que disponer de una herramienta que facilite o potencie esta actividad es siempre positivo. En esta nueva etapa se pretende dar cabida en EL MANANTIAL a todos aquellos autores que deseen dar a conocer su trabajo ya sea desde el ámbito empresarial como desde los centros de investigación o Universidades.

Las normas de publicación pueden consultarse también en:

www.fcca.es/emd

El aprovechamiento del agua en Canarias: síntesis de una larga historia

EMILIO ALSINA PÉREZ *

Los recursos hidráulicos naturales de Canarias se cifran en 690 m³ por habitante y año. El mismo parámetro sube a 3.000 m³ por habitante en la Península Ibérica y a unos 2.500m³ de media por habitante en la Unión Europea.

Como se ve, por consiguiente, un residente en el Archipiélago tiene a su disposición por término medio entre tres y cuatro veces menos agua que un habitante de la Península o que un ciudadano de los Países de la UE.

Pero además de disponer de pocos recursos hidráulicos naturales, Canarias sufre el inconveniente de que resultan muy costosos de aprovechar. Los acuíferos son muy profundos, los barrancos son de aguas torrenciales y de difícil represamiento, además de otras circunstancias que dificultan mucho la captación de caudales. Así pues, el agua es en Canarias, por encima de todo, escasa y costosa.

En cualquier caso, hablar en términos generales del problema hidráulico de Canarias no deja de constituir una simplificación excesiva de la realidad. Deberíamos referirnos más bien a las 7 problemáticas, una para cada isla, con peculiaridades diferentes.

Además, dentro de cada isla, y sobre todo en las montañosas, existen tanto zonas húmedas como secas; esto es, el problema de descompensación hidráulica entre islas se repite internamente en cada una de ellas.

En resumen, el problema de los recursos naturales del agua en Canarias se puede contemplar por cualquiera de éstas cuatro caras:

- Agua escasa,
- Agua costosa de aprovechar,
- Agua mal distribuida en el territorio,
- Agua a extraer cada vez más escasa por el agotamiento de los acuíferos naturales.

ALGUNOS DETALLES SOBRE APROVECHAMIENTO DEL AGUA EN CANARIAS

Cuando de aprovechar el agua se trata, el procedimiento más frecuente es el de captar y almacenar en embalses las aguas que discurren por la superficie. Sin embargo, no



Costa de Taganana (Tenerife)

siempre es el más fácil ni el más barato. Las circunstancias que intervienen en contra de este tipo de aprovechamiento son:

- La irregularidad y brevedad de las avenidas, que obliga a crear grandes embalses para regular pequeños caudales generados en poco tiempo
- La modestia, en general, de los volúmenes de agua aprovechable suministrados por los cauces
- La imposibilidad de crear embalses de gran capacidad
- La excesiva permeabilidad de los suelos
- La gran cantidad de tierras y sedimentos que arrastran las aguas de los barrancos, sedimentos que se depositan en los embalses originando su rápida colmatación.

No obstante estos inconvenientes, y habida cuenta de la necesidad de agua en el Archipiélago, cuando hay terrenos algo impermeables donde ubicar embalses, las presas se construyen, y se construyen con gran profusión, como sucede en Gran Canaria y La Gomera, a pesar de que en estas islas se producen caudales reducidos frente a los que tienen origen subterráneo.

A falta de terrenos impermeables se opta en ocasiones por impermeabilizarlos artificialmente. Esta es la técnica de las balsas, muy populares en Tenerife, La Palma y El Hierro de unos 25 años a esta parte. Las balsas suelen ser de capacidad más bien pequeña y caras, por lo que de costosa tiene su impermeabilización.

Debido a las circunstancias expuestas, se han venido aprovechando, esencialmente, aguas de origen subterráneo. Más del 80% de los recursos disponibles en la actualidad provienen del subsuelo. Las galerías son las obras de captación de aguas subterráneas con las que se inició la intensa labor de perforación que hoy distingue al Archipiélago. Hay galerías en casi todas las islas. La longitud de tales obras es muy variable, así como su caudal (entre 0 y 250 l/s).

También existen pozos que responden a dos tipologías básicas. La primera y más abundantemente representada es la del pozo canario típico. Consiste éste en una perforación vertical de gran diámetro —entre dos y tres metros—. En su fondo se pueden abrir galerías horizontales, en ocasiones de longitud superior al kilómetro. La segunda es la del pozo-sondeo, es decir, la del pozo de pequeño diámetro, inferior por lo general a los 1.000 mm, que se ejecuta mediante maquinaria que perfora el terreno al modo de un sondeo. Hay pozos en todas las islas, con una profundidad máxima, de más de 600 m.

En todo caso, el proceso de explotación de las aguas subterráneas ha provocado, en casi todas las islas, una situación de desequilibrio, entendiéndose por tal la que representa la explotación de reservas, consecuentemente de la extracción de recursos subterráneos en mayor cuantía que los que se infiltran.

El constante crecimiento de la demanda y la situación específica de algunas islas ha motivado un masivo desarro-

llo de otras técnicas de aprovechamiento hidráulico. Unas tienen relación con el ciclo hidrológico; otras, no. En cuanto a las primeras citaremos la reutilización; entre las segundas, la desalación.

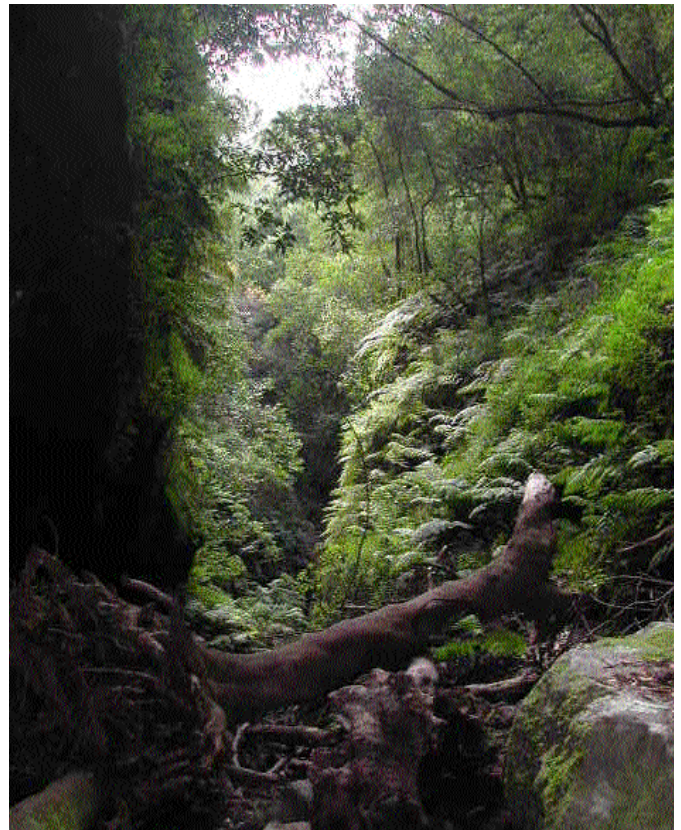
Respecto a la reutilización, obvio es decir que ya son viejos los procedimientos técnicos para depurar las aguas usadas y contaminadas. Tales procedimientos las despojan de las sustancias patógenas o simplemente inconvenientes que hayan podido adquirir tras los distintos usos, de modo que caben (mediante su utilización en la agricultura, en la limpieza de calles o en el riego de jardines) sucesivos aprovechamientos. En Canarias se vienen aplicando a escala creciente.

Quizás es conveniente dejar dicho aunque sea de pasada, que tanto la recarga como la lluvia artificial fueron técnicas finalmente desechadas tras experiencias con resultados muy pobres efectuadas en los comienzos de la década de los 70. Otro tanto hay que decir del transporte de agua empleando buque-tanque, al que se pensó en recurrir con ocasión de alguna sequía especialmente acusada.

La desalación de agua de mar y la desmineralización de aguas salobres procedentes de alumbramientos subterráneos sí están cada día más presentes en el Archipiélago.

Pero disponer de mejores y más cuantiosos recursos a veces no es suficiente. Las galerías suelen emboquillarse en medianías o a cotas altas (aunque el descenso de niveles piezométricos va dejando en seco unas tras otras) y los pozos y las desaladoras en las proximidades de las costas.

Por otra parte, las áreas consumidoras no tienen por qué estar inmediatas a los centros productivos; de ahí la necesidad de conectar unos y otros. Por ello los puntos de origen del agua y los de su utilización se hallan conectados por redes de conducción de aguas, muy desarrolladas y complejas en razón al gran número de unos y otros. Puede suponerse la trascendencia que para el normal desenvolvimiento de la vida de todas y cada una de las islas tiene esta infraestructura de conducción de aguas. Sin miedo a exagerar cabe decir que con la red de carreteras, la de transporte de energía eléctrica y la red telefónica constituye uno de los circuitos arteriales básicos de las mismas. Tal vez la de mayor importancia estratégica.



Barranco de Los Tilos, Reserva de la Biosfera (La Palma)

Ello no obstante, y muy al contrario que las carreteras, las redes eléctricas o telefónicas que han sido construidas por órganos o empresas públicas de conformidad con planes que responden a su racionalidad y eficiencia, las de conducción de agua nacieron por obra de la iniciativa de los particulares que, en gran número, actuando a través de numerosas comunidades de agua muchas veces desconexas entre sí.

* D. Emilio Alsina Pérez es Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Consejero Delegado de la empresa CCIMA 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
- CADAGUA
- CANARAGUA
- CANARIAS EXPLOSIVOS
- CERVECERA DE CANARIAS
- CONSTRUTEC
- DEGREMONT
- DRACE
- ELMASA
- EMALSA
- EMMASA
- ENDESA - UNELCO

- ENTEMANSER
- INALSA
- INFILCO ESPAÑOLA
- IONICS IBERICA
- TECNOLOGÍA CANARIA DEL AGUA
- TEDAGUA

PYMES

- AQUAFACORY
- C.A. HOYA DEL CEDRO
- TAGUA
- TECNOVALIA

- WASSER

PROFESIONALES

- EMILIO ALSINA (CCIMA)
- ÁNGEL CARRALERO (GESCOMYCE)
- GLORIA GUTIÉRREZ (Abogado)
- M.^a JOSEFA PÉREZ (C.B. La Candelaria)
- ALEXIS. POMARES (GIRO ING.)
- ROBERTO PONCELA (Geólogo)
- ELZBIETA SKUPIEN (Hidrogeóloga)

Sobre la desalación de aguas salobres bicarbonatadas y silíceas en Tenerife: Análisis de la viabilidad técnica y económica de la desalación de las aguas de Aripe mediante ósmosis inversa

PRIETO, L. y HERNÁNDEZ, M.

En varias zonas altas de Tenerife las aguas salobres con elevado contenido en sílice y flúor se tratan mediante electrodiálisis reversible (EDR). Se ha tratado de analizar, desde un punto de vista técnico y económico, hasta que punto los productos anti-incrustantes de nueva generación permiten desalar estas aguas mediante ósmosis inversa. Se analizaron por separado los dos tipos de aguas presentes en Aripe: Una (A) procedente de la mezcla de diferentes galerías (turbidez elevada, 20 ppm de Ca^{+2} 50 ppm SiO_2). La otra (B) procedente de una sola galería con 150 ppm de Ca^{+2} y 70 ppm de SiO_2 .

A la vista de los resultados obtenidos se concluye con que no es viable la desalación del agua B mediante OI debido fundamentalmente a la concentración en carbonato cálcico y la sílice. El máximo porcentaje de recuperación alcanzable sería de tan sólo un 63% y el coste de 0,156 €/m³. Por otro lado, la desalación del agua A mediante OI sería, en principio, viable aunque se podría alcanzar tan solo un porcentaje de recuperación del 78% en comparación del 85% que se consigue con la EDR. En este caso, el gasto en productos anti-incrustantes para la OI sería de 0,012 €/m³. El principal factor limitante en este caso es la sílice.

Artículo completo en EL MANANTIAL Digital:
www.fcca.es/emd

Sobre los criterios para el dimensionado de estaciones depuradoras de aguas residuales en zonas de bajo consumo: Análisis de datos de 17 EDARs de Gran Canaria

PRIETO, L., HERNÁNDEZ, M. y PÉREZ, P.

En zonas áridas los bajos consumos de agua hacen que las concentraciones de carga orgánica sean superiores a las medias de países más templados. Aún así, es frecuente que el diseño de las plantas en zonas áridas se siga haciendo considerando valores medios de zonas templadas, con los consiguientes problemas posteriores de funcionamiento del sistema de depuración y de mala calidad del agua depurada. Los datos que se presentan en este estudio corresponden a valores de entrada a las cubas de aireación de 17 EDARs de la isla de Gran Canaria. Estas depuradoras se han elegido por tratarse todas de sistemas de depuración de fangos activados de aguas en su totalidad de origen urbano.

A la vista de los resultados obtenidos se concluye que la DBO_5 de las aguas de entrada a las EDARs estudiadas está alrededor de 631 mg/L, valor muy superior a los 400 mg/L considerados como indicativos de una fuerte contamina-

ción. Por su parte, la DQO media es de 1.336 mg/L, un valor también bastante superior a los 1.000 mg/L considerados como un valor de alta carga. Con relación al contenido en sólidos en suspensión (SS), el valor medio es de 416 mg/L cuando se considera que el sistema es de alta carga si tiene una concentración de 350 mg SS/L.

Los datos presentados se discuten desde el punto de vista de su impacto en el dimensionado y costes de explotación de las plantas depuradoras.

Artículo completo en EL MANANTIAL Digital:
www.fcca.es/emd

On the use of acids instead of CO_2 to enhance performance of limestone contactors: a comparative analysis

HERNÁNDEZ, Manuel
Canary Islands Water Center

Research was undertaken to examine the effect of adding increasing amounts of HCl or H_2SO_4 as pre-treatment to limestone contactor, on the pH, Alkalinity and Ca content of desalinated water. Results were compared against contactor performance using CO_2 using a previously validated mathematical model. Doses of 5, 10, 15 and 23 ppm of HCl or H_2SO_4 were given to desalinated water and compared with a dose of 10 mg CO_2 /L, as calculated with the model. A double flow upflow limestone contactor was used with upflow velocities between 25 and 40 cm/min.

Results prove that the amounts required to obtain the same alkalinity are different for each product and respond to the amounts given by stoichiometrical analysis.

An important practical issue highlighted by these experiments is the difficulty in increasing Langelier SI above -0.5 with HCl or H_2SO_4 as pH remains lower after limestone treatment, than with direct CO_2 , alone.

If a goal of 40 mg CaCO_3 /L alkalinity is set and acids are added accordingly, than a Langelier SI reaches only -0.4.

On the other hand, if higher Langelier SI values are pursued, lower alkalinity values have to be accepted if acid pre-treatments are used. Moreover, calcium sulfate or calcium chloride in addition to calcium bicarbonate, are generated with the acid treatments. This hardness may be considered too high for distribution specially when more than 20 ppm of acids is added.

It is concluded from this work that from the practical point of view CO_2 treatment gives results for remineralizing desalinated water than acid treatments, as it requires less contact time and produces a water with lower hardness. From the economical point of view, the fact that almost twice as much HCl or H_2SO_4 is required to reach similar alkalinity and Langelier SI than with CO_2 , means, for places where CO_2 is readily available, that acid treatment is more expensive than CO_2 treatment.

Artículo completo en EL MANANTIAL Digital:
www.fcca.es/emd