

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/271577942>

Caracterización hidroquímica e isotópica de las aguas subterráneas alumbradas en los nacientes La Mina y El Molinillo (T.M. Tejada, Gran Canaria).

Conference Paper · January 2015

DOI: 10.13140/2.1.2300.4486

CITATIONS

0

READS

159

5 authors, including:



Roberto Poncela

13 PUBLICATIONS 115 CITATIONS

SEE PROFILE



Elzbieta Skupien

4 PUBLICATIONS 75 CITATIONS

SEE PROFILE



Rafael Juan Lario-Báscones

Dirección General de Industria - Gobierno de Canarias

16 PUBLICATIONS 32 CITATIONS

SEE PROFILE



Juan Carlos Santamarta

Universidad de La Laguna

328 PUBLICATIONS 695 CITATIONS

SEE PROFILE

ISBN: 978-84-938046-4-0

CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA E ISOTÓPICA AMBIENTAL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS ALUMBRADAS EN LOS NACIENTES LA MINA Y EL MOLINILLO (T.M. DE TEJEDA, GRAN CANARIA)

Roberto PONCELA PONCELA¹, Elzbieta SKUPIEN BALON¹, Ángel MORALES GONZÁLEZ-MORO², Rafael J. LARIO-BÁSCONES² y Juan C. SANTAMARTA CEREZAL³

¹ Ejercicio Libre de la Profesión. c/Moreiba 2, 5ºB, 38111 Santa Cruz de Tenerife. rponcela_geo@yahoo, elzsku2006@yahoo.es

² Consejería de Empleo, Industria y Comercio. Gobierno de Canarias. Avda. Anaga 35, 38001 Santa Cruz de Tenerife. anmorgon@gobiernodecanarias.org, rlarbas@gobiernodecanarias.org

³ Universidad de La Laguna, Área de Ingeniería Agroforestal. Tenerife. jcsanta@ull.es

RESUMEN

Se presenta la caracterización hidroquímica e isotópica ambiental de las aguas alumbradas en los nacientes denominados "La Mina" y "El Molinillo" (T.M. de Tejeda, Isla de Gran Canaria) a partir de datos analíticos físico-químicos de las muestras recogidas durante el periodo 2012-2014, y analizadas en laboratorios acreditados. Dichas aguas se corresponden con una tipología bicarbonatada cálcico-magnésica, presentando débil mineralización (oligometálica), con conductividad eléctrica del agua <150 µS/cm y con bajos contenidos en todos los iones analizados. La temperatura del agua en ambas captaciones está comprendida entre 13,7-14,9° C (aguas frías). Las características hidroquímicas de las aguas captadas en las nacientes se ha mantenido muy estable a lo largo del periodo de muestreo. Asimismo, la composición isotópica de las aguas subterráneas presenta, a su vez, una composición isotópica similar en $\delta^2\text{H}$ y en $\delta^{18}\text{O}$, destacando la presencia de tritio en concentraciones inferiores a 0,5 UT. Se concluye razonablemente que las aguas subterráneas de ambos nacientes son similares y homogéneas, y provienen del mismo sistema acuífero, si bien es probable que a través de vías de flujo diferentes y posiblemente interconectadas.

Palabras clave: *Tejeda, agua mineral natural, hidroquímica, isótopos ambientales.*

ABSTRACT

This paper describes the hydrochemical and environmental isotope mineral groundwater characterization from "La Mina" and "El Molinillo" springs (Tejeda, Gran Canaria Island), using physico-chemical analytical data from the monthly sampling campaign carried out from Jul 2012 to Aug 2013, which samples were analyzed in Accredited laboratories. These waters belong in the calcium-magnesium bicarbonate type and show both low mineralization and ions concentration, with an electrical conductivity under 150 µS/cm. Temperature in both catchments is ranging from 13,7°C to 14,9°C (cold waters). Hydrochemical behavior of these Natural Mineral Waters has been very stable during comparative period. In the same way, groundwater isotopic composition shows similar values in $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$, with tritium concentration under 0,5 TU. These data lead to the reasonable conclusion that groundwater

in both springs is similar and homogenous and they come out from the same aquifer system, although its preferential flow paths may be different but possibly interconnected.

Key words: *Tejeda, natural mineral water, hydrochemistry, environmental isotopes.*

INTRODUCCIÓN

El Excmo. Ayuntamiento de Tejeda formuló la solicitud de declaración de Agua Mineral Natural (AMN) ante la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias, en cumplimiento de los requerimientos que establece el Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano.

Durante el periodo 2012-2014 se realizó todo el trámite técnico-administrativo, incluyendo los respectivos estudios geológicos e hidrogeológicos, así como el muestreo normativo mensual durante 12 meses para cada nacimiento de las aguas alumbradas (julio 2012-junio 2013 para La Mina y septiembre 2012-agosto 2013 para El Molinillo). En campo se determinaron la temperatura del aire, pH, conductividad eléctrica y temperatura del agua subterránea. En laboratorios acreditados de Las Palmas y de Barcelona se analizaron los parámetros físico-químicos, microbiológicos, parasitológicos e isotópicos ambientales.

En enero de 2014, la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias emite las respectivas Órdenes donde se declara la condición de "Agua Mineral Natural" de las aguas alumbradas en ambos nacientes, de acuerdo con la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas, y el Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería.

En esta comunicación se presenta la caracterización hidroquímica e isotópica ambiental de las aguas subterráneas de la zona central de Gran Canaria, aprovechando la base de datos generada para el reconocimiento de AMN de las aguas alumbradas en los nacientes mencionados, teniendo en cuenta, además, los datos recopilados de diversos Organismos: Ayuntamiento de Tejeda, Heredad de Las Palmas, Dragonal, Bucio y Briviesca, Heredad de El Molinillo y Consejo de Aguas de Gran Canaria.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y MARCO GEOLÓGICO-HIDROGEOLÓGICO

La Isla de Gran Canaria, con una extensión de 1.560,1 km², es una de las siete islas principales del Archipiélago de las Islas Canarias, próximas al margen occidental del continente africano (Figura 1). La pluviometría promedio de la zona de estudio es P= 600-650 mm/año y la recarga promedio R= 250-270 mm/año (Skupien y Poncela, 2013a).

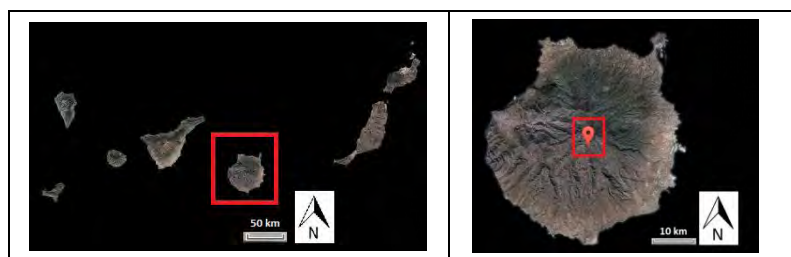


Figura 1.- Situación geográfica de la zona de estudio. Base cartográfica: SITCAN (Sistema de Información Territorial de Canarias) - GRAFCAN.

El archipiélago canario, situado en el Océano Atlántico y próximo al margen continental occidental africano, constituye la parte emergida de una formación volcánica emplazada sobre la litosfera oceánica, en el dominio intraplaca del borde occidental de la placa africana. Su génesis está asociada con la dinámica alpina, que tuvo su paroxismo en esta zona durante el Mioceno (hace unos 20 Ma) asociada, a su vez, a las tectonofases dinámicas del Atlas africano y desplazamiento del este hacia el oeste de un punto caliente ("hotspot") del manto, actualmente situado en el extremo occidental del archipiélago (Carracedo, 2011).

Gran Canaria es una isla geológicamente madura, con importantes rasgos erosivos postvolcánicos, que ha estado activa, al menos, durante los últimos 15-14 Ma (ITGE, 1992; GRAFCAN, 2011). La parte subaérea de la Isla es de construcción volcánica, con características propias de una isla oceánica. Su historia geológica data de unos 14 Ma (Mioceno Medio), desarrollándose hasta la actualidad diversas etapas constructivas caracterizadas por episodios o ciclos volcánicos que configuraron el relieve insular. Entre estos ciclos, se producían fases erosivas que destruían las estructuras volcánicas previamente originadas, lo que ha contribuido notablemente a la actual morfología visible.

Marco geológico e hidrogeológico

La zona de estudio, aunque situada en planta dentro de la masa de agua subterránea denominada ES7GC010.- Medianías Sur, de acuerdo con la Directiva Marco de Agua 200/60/CE, no tiene relación con ella ya que los niveles piezométricos promedio de esta masa están situados a cota 300 msnm (EGDHGC, 2009; CIAGC, 2013). Es por ello que los manantiales "La Mina" y "El Molinillo" están asociados a un sistema acuífero colgado o independiente entre las cotas 1.470 y 1.800 m, aproximadamente.

Ambos nacientes presentan una zona de surgencia asociada a un sistema de diques y a una unidad de lapillis y depósitos piroclásticos, localmente compactados y "almagrizados", de color rojizo a terroso. Por debajo de esta unidad se localiza un nivel de base correspondiente a facies deslizadas del Ciclo Roque Nublo, con una importante matriz arcillosa y con presencia de diques subverticales cuyo comportamiento hidrogeológico puede asimilarse a un medio de muy baja permeabilidad, actuando, pues, como un basamento impermeable a efectos prácticos.

Por encima de esta unidad piroclástica, se encuentran potentes apilamientos de basaltos tabulares del Ciclo Post Roque Nublo, que constituyen parte de la zona de recarga del sistema acuífero que alimenta a los nacientes, principalmente a partir de las discontinuidades tanto por fisuración regional como por disyunción columnar. Estos basaltos presentan buzamiento variable, entre 5 a 15° en promedio, preferentemente hacia el sector meridional -sur y suroeste-. Su potencia va de métrica a decamétrica, llegando el conjunto a superar espesores mayores de 150 m.

Relacionada con esta unidad se encuentran depósitos piroclásticos de transición, localmente compactados y generalmente relacionados con conos de cinder o mantos intercalados. Sus tonalidades van de colores rojizos a grises-marronosos, dependiendo del grado de oxidación. Son muy permeables, en general con débil meteorización (grado II-III). Se sitúan también en la zona de recarga natural del acuífero. Su potencia es variable, de métrica a decimétrica, con importante dispersión lateral.

Con esa distribución litológica, la información hidrogeológica apunta a que el principal acuífero se sitúa entre los piroclastos -en sus tramos más permeables-, y los basaltos Post Roque Nublo, favorecidos por la red de diques que llegan hasta la base de dichas lavas que actúan como vías preferenciales y colectores principales, conjuntamente con el drenaje

subterráneo de los niveles piroclásticos más permeables (Figura 2).

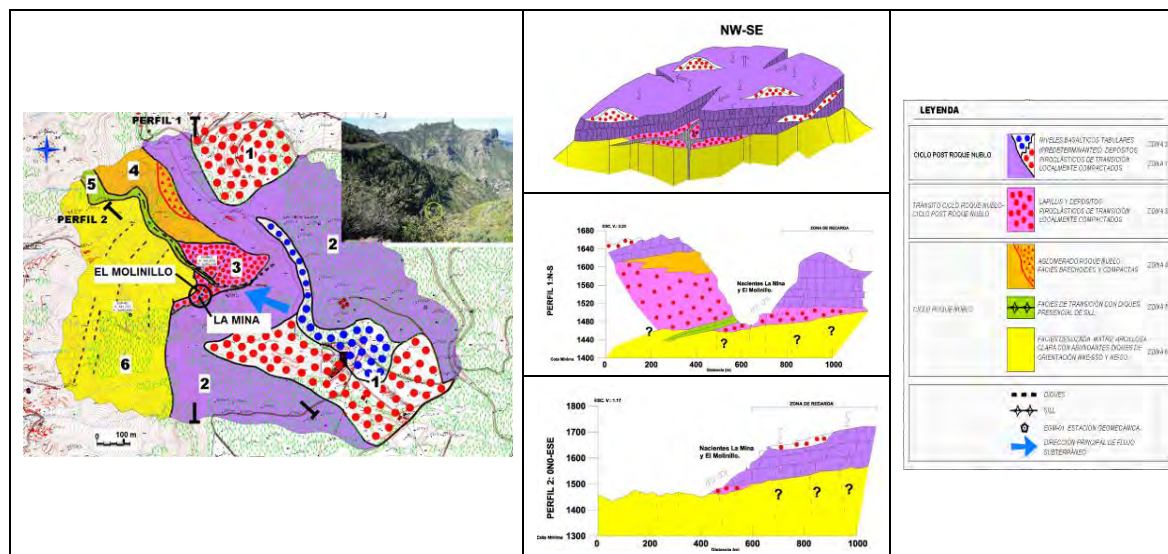


Figura 2.- Zonificación hidrogeológica y modelo conceptual sintético.

No se tiene una medida directa del nivel freático, excepto la correspondiente a la zona de descarga, en el entorno de los 1.471 a 1.478 m, por lo que la masa acuífera asociada se puede considerar independiente del acuífero insular, cuya piezometría quedaría varios cientos de metros por debajo de este sistema. Así pues, el sistema acuífero asociado a los Nacientes "La Mina" y "El Molinillo" puede considerarse como un "acuífero colgado", pero con gran almacenamiento, en la zona de las Cumbres de Tejeda.

Los principales parámetros hidrogeológicos son: $T = 10 \text{ m}^2/\text{día}$, $m = 0,05$, $i = 0,05$ y coeficiente de agotamiento $\alpha = 0,0002 \text{ días}^{-1}$ (Skupien y Poncela, 2013).

METODOLOGÍA

Durante el periodo 2012-2014 (preceptivo de 12 meses para cada naciente) se han realizado determinaciones "in situ" (temperatura del aire, pH, conductividad eléctrica y temperatura de agua subterránea) y se han recogido muestras para realización de diferentes análisis exigidos por la legislación vigente en materia de declaración de agua como AMN, entre ellos análisis físico-químicos e isotópicos ambientales. Las muestras han sido analizadas en laboratorios acreditados de Las Palmas y Barcelona, con una fiabilidad analítica superior al 95% (datos físico-químicos). En el caso de los resultados isotópicos el error medio ha sido $\pm 0,3 \text{ ‰}$ para $\delta^{18}\text{O}$, $\pm 0,8 \text{ ‰}$ para $\delta^2\text{H}$ y $\pm 0,5 \text{ UT}$ para tritio. El protocolo de toma de las muestras ha sido el siguiente: esterilización del punto de surgencia (tubo de acero galvanizado), toma en régimen laminar o con pocas interferencias, sellado de la muestra para evitar intercambios con la atmósfera, precinto por parte de los Técnicos del Servicio de Minas de Canarias, custodia y transporte en nevera portátil hermética y envío urgente a los laboratorios, quedando garantizada la trazabilidad del proceso.

Con la información obtenida en los preceptivos estudios geológicos e hidrogeológicos realizados se ha caracterizado la composición físicoquímica de las aguas subterráneas muestreadas en los nacientes en relación a la hidrometeorología e hidrodinámica del sistema acuífero local, mediante la utilización, entre otras técnicas, de diagramas hidroquímicos por su fácil interpretación (Custodio, 1978; Custodio y Llamas, 1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hidroquímica

Una de las exigencias requeridas para la declaración de AMN es la homogeneidad hidroquímica de los alumbramientos. Dicha homogeneidad se ha constatado a lo largo de todas las campañas y las pequeñas variaciones quedan justificadas por el propio error analítico de los métodos en laboratorio. Como parámetros más representativos se han seleccionado la conductividad eléctrica, directamente relacionada con el grado de mineralización, y la temperatura, relacionada con el grado de interacción con la atmósfera. En la Figura 3 se muestran los valores de determinaciones "in situ" (temperatura del aire, temperatura de agua alumbrada en ambos nacientes y conductividad eléctrica de agua). En esta figura se observa la estabilidad de los valores de la conductividad eléctrica del agua en el Nacimiento La Mina (periodo julio 2012-junio 2013), con un valor promedio de 125 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (intervalo 119-141 $\mu\text{S}/\text{cm}$) para un caudal medio de 11,3 L/s. Los valores de temperatura del agua captada en dicho nacimiento oscilan en el mismo periodo entre 13,7 y 14,9 $^{\circ}\text{C}$ (diferencia 1,2 $^{\circ}\text{C}$). También se observa que los valores de conductividad eléctrica del agua captada en el nacimiento El Molinillo son estables, si bien ligeramente más bajos en comparación con los valores de La Mina (periodo septiembre 2012-agosto 2013), presentando un valor promedio de 112 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (intervalo 108-116 $\mu\text{S}/\text{cm}$) para un caudal medio de 3,6 L/s. Los valores de temperatura del agua captada en dicho nacimiento oscilan entre 13,8 y 14,6 $^{\circ}\text{C}$ (diferencia 0,8 $^{\circ}\text{C}$), muy similares en comparación con los valores medidos en el nacimiento La Mina.

Se destaca que las aguas subterráneas correspondientes a los Nacientes La Mina y El Molinillo, son de baja mineralización y tienen poca variación en referencia a la conductividad eléctrica de agua. Se trata de aguas frías cuya variación de temperatura a lo largo de año oscila en torno a 1,2 $^{\circ}\text{C}$, en comparación con los 18,7 $^{\circ}\text{C}$ de oscilación térmica de aire, indicando una buena regulación dentro del acuífero.

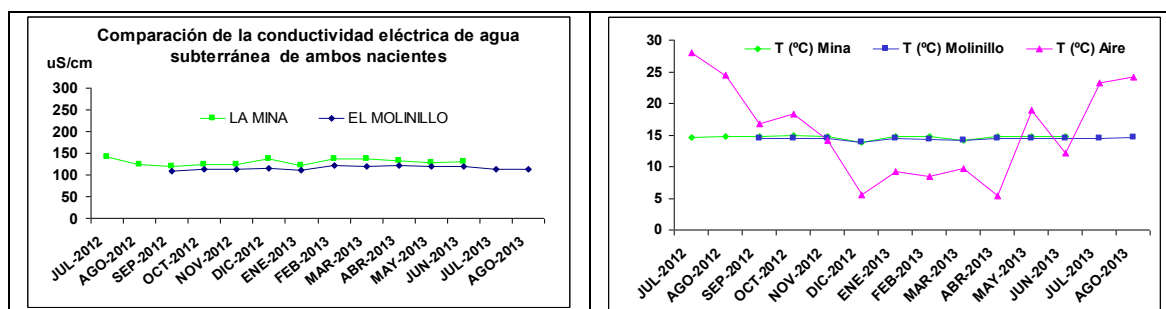


Figura 3.- Diagramas comparativos de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) de las aguas muestreadas en los Nacientes La Mina y El Molinillo (Skupien y Poncela, 2013a)

La Figura 4 muestra la representación de los diagramas de Piper y de Stiff de las aguas alumbradas a partir de los análisis físico-químicos realizados en los Nacientes La Mina y El Molinillo durante 12 meses (Skupien y Poncela, 2013b, 2013c, 2013d). Se puede observar que la calidad del agua durante este periodo meses no ha sufrido variaciones significativas, y se ha mantenido muy estable, situándose los principales parámetros físico-químicos dentro del estrecho y asumible intervalo de error de cada análisis (alta fiabilidad). Las aguas captadas en ambos nacientes se clasifican como tipo bicarbonatada cálcico-magnésica.

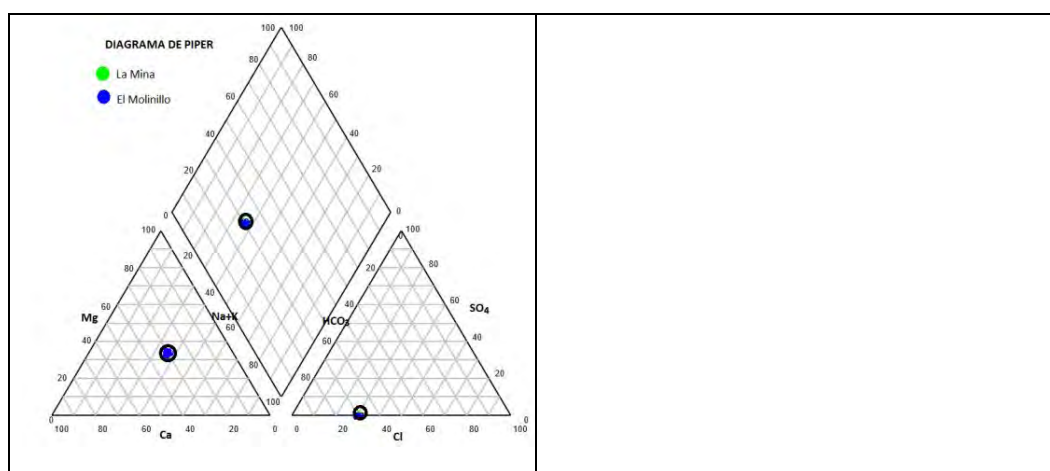


Figura 4.- Diagramas de Piper y de Stiff de las aguas muestreadas en los Nacientes La Mina y El Molinillo (2012-2013).

En la Tabla 1 se presenta la comparación de las medianas de los valores de concentración de las AMN en los Nacientes La Mina y El Molinillo, en relación a las AMN de Canarias y de España (Poncela et al., 2013), donde se destaca que aquellas presentan generalmente valores más bajos en la concentración de iones mayoritarios, así como de conductividad eléctrica. En particular, los bajos valores de ion sodio (<20 mg/L), las hacen especialmente aptas para dietas pobres en este catión. Asimismo, se destaca el alto contenido en sílice (cuatro veces superior al valor nacional), motivado por la presencia de abundantes especies silicatadas en el macizo rocoso que interactúan con las aguas circulantes. El efecto de la aridificación de la recarga en la zona de cumbres parece limitado dado el bajo contenido en ión cloruro.

Tabla 1.- Comparación de los valores de las medianas de concentraciones de los iones mayoritarios y principales parámetros de AMN de La Mina y el Molinillo (24 muestras) con los valores de Canarias y de España (Skupien et al., 2008, 2012).

	HCO ₃ ⁻ mg/L	SO ₄ ⁼ mg/L	Cl ⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	Ca ⁺⁺ mg/L	Mg ⁺⁺ mg/L	SiO ₂ mg/L	C.E. μS/cm	pH
La Mina	49,5	2,1	10,7	7,4	7,7	1,6	8,6	6,0	42,4	124,0	7,6
El Molinillo	43,9	2,1	9,2	6,9	6,9	1,6	7,7	5,4	41,1	112,0	7,6
Canarias	100,9	6,9	20,5	15,0	27,1	5,3	12,5	7,0	61,2	261,5	7,8
España	226,0	18,2	14,0	3,4	11,5	1,3	55,7	12,6	9,3	355,0	7,9

Isótopos ambientales

Los resultados de δ¹⁸O en las aguas subterráneas de los Nacientes El Molinillo y La Mina oscilan en un intervalo estrecho entre -4,24 ‰ y -4,77 ‰ (±0,3 ‰), respectivamente, mientras que los valores de δ²H son muy similares y oscilan entre -24,69 ‰ y -24,73 ‰ (±0,80 ‰), respectivamente. Si bien el número de muestras es muy limitado (6 análisis), los valores de δ¹⁸O están comprendidos entre -4 y -5 ‰, característicos de toda la zona superior de la isla, donde la recarga natural es más importante (SPA-15, 1975). El exceso de deuterio se ajusta razonablemente bien a d=(+11 a +12). La concentración de tritio ha presentado los siguientes resultados: 0,6 ±0,5 UT (La Mina) y 0,2 ±0,4 UT (El Molinillo).

Los puntos muestreados no suelen estar excesivamente alejados de las áreas de recarga natural, lo que sugiere recorridos en los sistemas de flujo no excesivamente largos y, por tanto, compatibles con las analíticas efectuadas que muestran aguas de mineralización débil

y una composición isotópica muy similar en $\delta^2\text{H}$ y bastante parecida en $\delta^{18}\text{O}$, lo que unido a la homogeneidad química observada en ambos nacientes apunta a la existencia de sistemas de flujo no siempre coincidentes y vías preferenciales de recarga, pero dentro de la misma masa acuífera, con un cierto grado de almacenamiento que permite la homogeneización de las aguas subterráneas.

La ligera diferencia en los valores de la concentración de tritio de las aguas alumbradas presenta, además, la incertidumbre asociada al valor del error existente en las determinaciones, llegando incluso a solaparse; no obstante, considerando los criterios hidroquímicos e hidrodinámicos se puede afirmar razonablemente que las aguas muestreadas provienen del mismo sistema acuífero aunque por vías diferentes. Si se acepta que la presencia de valores significativos en la concentración de tritio en el agua subterránea (o por lo menos, contrastables), es un indicio claro de recarga reciente, las precipitaciones actuales están contribuyendo de manera significativa a la recarga en la zona de cumbres de Tejeda y zonas aledañas topográficamente más altas que la zona de descarga del hontanar. Por ello, es esperable que los sistemas de flujo locales, con corto tiempo de tránsito, contengan tritio detectable, en contraposición a sistemas regionales de flujo subterráneo. No obstante, puede existir contribución directa del tritio procedente de las precipitaciones a partir de las vías preferenciales que conectan con niveles más profundos.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista hidroquímico y de características isotópico ambientales se concluye razonablemente que las aguas alumbradas en el entorno de los Nacientes "La Mina" y "El Molinillo" provienen del mismo sistema acuífero, si bien es probable que a través de vías de flujo diferentes, aunque posiblemente interconectadas. La recarga natural al sistema proviene de la infiltración del agua de lluvia, preferentemente en la zona de Cumbres de Tejeda, entre los 1.700 y 1.800 msnm.

Las aguas minerales naturales alumbradas presentan débil mineralización y son del tipo bicarbonatada cálcico-magnésica, pobres en sodio y con elevado contenido en sílice, siendo esta la ventaja competitiva en relación a otras AMN del Archipiélago de Canarias. Asimismo, el comportamiento de las temperaturas del agua en ambos nacientes, en relación a las variaciones de temperatura atmosférica, indican una buena regulación del acuífero asociado. El caudal máximo sostenible de aprovechamiento (agrícola y abasto) para ambos nacientes es de 12 L/s, de los cuales 3 L/s pueden utilizarse para futuro embotellado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen las facilidades prestadas para realización de los trabajos al Ilustre Ayuntamiento de Tejeda, a la Heredad de Las Palmas, Dragonal, Bucio y Briviesca, a la Heredad de El Molinillo y al Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria.

REFERENCIAS

- Carracedo, J.C. (2011). *Geología de Canarias I: origen, evolución, edad y volcanismo*. 398 pp. Madrid: Editorial Rueda, S.L.
- CIAGC (2013). *Plan Territorial Especial Hidrológico de Gran Canaria (PT-04). Memoria de Información*. Cabildo Insular de Gran Canaria. Las Palmas. 164 pp+Planos+Anexos

- Custodio, E. (1978). *Geohidrología de terrenos e islas volcánicas*. Centro de Estudios Hidrográficos e Instituto de Hidrología. Madrid. Publicación 128. 303 pp.
- Custodio, E. y Llamas, M.R. (1983). *Hidrología Subterránea*. Omega Ediciones, S.A. Barcelona. 2 vol. 2347 pp.
- EGDHGC (2009). *Estudio General de la Demarcación Hidrográfica de Gran Canaria. Plan Hidrológico 2010*. Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria. Las Palmas. 175 pp.
- GRAFCAN (2011). *Mapa Geológico de Canarias. Gran Canaria. Memoria. E: 1:105.000*. Cartográfica de Canarias, S.A. 502pp. + 1 CD+7 mapas. Madrid
- ITGE (1992). *Mapa Geológico de España. Memoria. E: 1:100.000. Isla de Gran Canaria*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Ministerio de Industria y Energía. 323pp. + 1 plano. Madrid.
- Poncela, R.; Skupien, E.; Lario, R. y Morales, A. (2013). *Protection perimeters for natural mineral water catchment in volcanic aquifers in the Canary Islands*. International Workshop in Environmental Security Geological Hazards and Management. Tenerife, 10-12 april. Canary Island.
- Skupien, E.; Morales, A. y Poncela, R. (2008). *Caracterización hidrogeológica e hidroquímica de las aguas minerales naturales de Canarias*. En López Geta, J.A.; Loredó Pérez, J.; Fernández Ruiz, L. y Pernia Llera, J.M^a. (Eds.): Investigación y gestión de los recursos del subsuelo. Libro homenaje al Profesor Fernando Pendás Fernández. Publicaciones del instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas subterráneas (27): 865-880. ISBN: 978-84-7840-773-6.
- Skupien, E.; Poncela, R.; Morales, A. y Lario, R. (2012). *Aguas minerales naturales en terrenos volcánicos del Archipiélago Canario*. "I Workshop: Estudio, gestión y aprovechamiento del agua en islas y terrenos volcánicos, La Laguna Tenerife 29 y 30 de noviembre de 2012.
- Skupien, E. y Poncela, R. (2013a). *Estudio geológico, hidrogeológico e hidroquímico del sistema acuífero asociado a los nacientes "La Mina" y "El Molinillo" para solicitud de autorización de aprovechamiento de agua mineral natural según el Real Decreto 1798/2010 (T.M. de Tejeda)*. Ayuntamiento de Tejeda. Informe Técnico. 156 pp + 10 planos.
- Skupien, E. y Poncela, R. (2013b). *Informe geológico, hidrogeológico e hidroquímico del sistema acuífero asociado al Naciente "La Mina" (T.M. de Tejeda) para su declaración como agua mineral natural según el Real Decreto 1798/2010*. Ayuntamiento de Tejeda. Informe Técnico. 61 pp + 5 planos + adenda de analíticas.
- Skupien, E. y Poncela, R. (2013c). *Informe geológico, hidrogeológico e hidroquímico del sistema acuífero asociado al Naciente "El Molinillo" (T.M. de Tejeda) para su declaración como agua mineral natural según el Real Decreto 1798/2010*. Ayuntamiento de Tejeda. Informe Técnico. 69 pp + 5 planos + adenda de analíticas.
- Skupien, E. y Poncela, R. (2013d). *Informe hidroquímico sobre la homogeneidad de las aguas alumbradas en los nacientes La Mina y El Molinillo (T.M. de Tejeda)*. Ayuntamiento de Tejeda. Informe Técnico. 36 pp + 2 planos + anexos.
- SPA-15 (1975). *Estudio científico de los recursos de agua en las Islas Canarias*. SPA/69/515. Minist. Obr. Públ. Dir. Gral. Obr. Hidrául. UNESCO. Madrid-Las Palmas.