

CONSIDERACIONES HIDROGEOLÓGICAS SOBRE LAS AGUAS ENVASADAS DE LA ESPAÑA PENINSULAR

YÉLAMOS, J.G.*; REDONDO, R.**; YEPES, J.***

* Facultad de Ciencias, C-VI. Universidad Autónoma de Madrid.

** SIdI, Facultad de Ciencias, C-IX. Universidad Autónoma de Madrid.

*** Dpto. de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de La Coruña.

RESUMEN

Se realiza una recopilación y síntesis de las características hidrogeológicas de los acuíferos en los que se ubican los puntos de agua que abastecen a 90 marcas de aguas envasadas distribuidas por todo el territorio peninsular, tomando como referencia las unidades hidrogeológicas oficialmente delimitadas. Más de la mitad de las empresas (47) captan aguas en acuíferos carbonatados de ahí que la composición química de las aguas envasadas sea fundamentalmente bicarbonatada cálcica. Un elevado porcentaje (42 %) de captaciones para aguas envasadas corresponden a litologías que no pertenecen a ninguna unidad hidrogeológica definida, tratándose en la casi totalidad de los casos de hard rocks (rocas plutónicas y metamórficas). A la vez, las marcas que embotellan aguas subterráneas de hard rocks aportan más del 60 % de la producción de aguas envasadas (datos de 1988). Estas cifras indican que aun faltan bastantes estudios hidrogeológicos de base que realizar sobre materiales tradicionalmente considerados como impermeables, y especialmente en el caso de las hard rocks.

INTRODUCCIÓN.

Las aguas envasadas españolas presentan un amplio abanico de composiciones químicas: desde aguas de muy débil mineralización, con T.S.D. (total de sólidos disueltos) menor de 100 mg/l como las marcas Bezoya, Quess o Los Riscos, hasta los más de 3000 mg/l que contienen las cuatro marcas (Vichy Catalán, Imperial, San Narciso y Malavella) que envasan los manantiales termales de las Caldas de Malavella. Estas diferencias son un reflejo de los numerosos ámbitos hidrogeológicos en los que se ubican los distintos puntos de aguas que se emplean para el embotellado.

En el presente trabajo se realiza una recopilación y síntesis de las características hidrogeológicas de los acuíferos que abastecen a 90 marcas de aguas envasadas, distribuidas por todo el territorio peninsular.

DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

Los datos hidrogeológicos recogidos sobre las 90 marcas de agua se sintetizan en la seis páginas de la tabla 1. En ésta se incluyen tanto aguas envasadas actuales como marcas

que ya han dejado de comercializarse. La mayor parte corresponden a aguas calificadas como minerales naturales y/o minero-medicinales

La primera columna de la tabla 1 indica la calificación del agua (mineral natural, minero-medicinal o de manantial) cuando disponíamos de ese dato. Un buen número (posiblemente la casi totalidad) de las aguas calificadas como minero-medicinales han adquirido la denominación de mineral natural tras la entrada en vigor de la Reglamentación para Aguas de Bebida Envasadas (B.O.E. del 26/VII/91). Si una marca de agua mineral natural tiene también la denominación de minero-medicinal, esto se indica en la columna de observaciones, así como si el agua pertenece a un balneario.

En las etiquetas de los envases de aguas se utiliza el término "manantial" en un sentido muy amplio, equivalente al de cualquier punto de agua, en vez del significado hidrogeológico convencional de surgencia originada por la intersección del nivel freático con la superficie topográfica. La tabla 1 incluye una columna donde se indica el tipo de captaciones de agua subterránea que se usan para el envasado de aguas. Estas son muy variables, desde manantiales s.s. hasta un sondeo de investigación petrolífera, pasando por galerías, pozos excavados y pozos perforados.

La columna "Origen de la Información" hace referencia a la fuente de donde se ha obtenido el tipo de captaciones y el caudal de éstas. En cambio, la asignación de cada marca a una unidad hidrogeológica, de acuerdo con la clasificación presentada en SGOP (1990) es responsabilidad de los firmantes y puede que en algún caso no sea correcta.

De las 90 marcas recogidas, al menos 49 corresponden a establecimientos de baños tanto en activo como fuera de servicio (o incluso desaparecidos). A partir de la extensa recopilación de balnearios de SÁNCHEZ (1992) se pudo conocer la posición de estos con detalle, y es de suponer que las captaciones de agua están próximas al balneario, cuando no en el mismo edificio. Combinando la situación de éstos con la síntesis hidrogeológica de ITGE (1993) y a la consulta de la cartografía geológica, también del ITGE, a escala 1:200.000 se pudo determinar a que unidad hidrogeológica corresponden las captaciones de cada balneario con la suficiente precisión.

Aparte, se consultó toda la información que localizamos sobre hidrogeología de balnearios. Destaca el caso de Lanjarón donde se han realizado bastantes estudios sobre la hidrogeología de sus manantiales minero-medicinales (ARRESE et al. [1969], RAMOS [1974], RODRÍGUEZ GORDILLO et al. [1981], FERNÁNDEZ RUBIO et al (1983)).

Más complejo y de menor exactitud es la asignación de una unidad hidrogeológica a aguas envasadas que no corresponden a balnearios. Excepcionalmente se pueden encontrar referencias bibliográficas con información detallada sobre las características e ubicación de las captaciones, como p.e. en LÓPEZ AZCONA (1978) sobre las aguas minero-medicinales de Carabaña. Pero en numerosos casos, la única referencia sobre la situación de los puntos de agua era el término municipal, información que es preceptivo que aparezca en la etiqueta de los envases. Dependiendo de la superficie de éste, puede ocurrir que éste totalmente ocupado por rocas de una sola unidad hidrogeológica, o pueden darse casos más complejos. Por ello, en algunas de las unidades de la tabla 1 se acompañan de un signo de interrogación.

Un caso particular lo constituyen las caldas catalanas. Se trata de manantiales termales que surgen en grandes fracturas que ponen en contacto macizos graníticos con cuencas rellenas de sedimentos terciarios. En tal caso, no está claro si las aguas de estas surgencias se corresponden con las que circulan por los granitos, las del acuífero detrítico, mezcla de ambas, o quizás su composición química se relacione con las rocas volcánicas que también afloran en la zona. Tampoco hemos localizado estudios hidrogeológicos de éstas, por lo que en la columna de unidades hidrogeológicas se han indicado las dos posibilidades: que se trate de granitos (sin unidad hidrogeológica definida) y a la vez se indica la unidad hidrogeológica a la que corresponde la cuenca sedimentaria.

ANÁLISIS DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS.

En primer lugar destaca la amplia variedad de tipos de acuíferos en los que se ubican las captaciones de aguas envasadas. Hay representación de todo tipo de litologías que puedan almacenar y transmitir aguas subterráneas: calizas del Carbonífero (Fuensanta), del Jurásico (Sierras de Jaén), del triásico (Alhama), del Cretácico Superior (Fontemilla), del Eoceno (Ribes), del Plioceno (Castrovita), cuarcitas del Ordovícico (Los Riscos), esquistos (Fonter), micaesquistos y neises (Lanjarón), mármoles y cuarcitas del Triásico (Sierra Alhamilla), granitos s.l. (la mayoría de las aguas de Galicia), y sedimentos terrígenos en cuencas terciarias (Montepinos). En la tabla 1 no aparecen rocas volcánicas pero, obviamente, las aguas envasadas de las Islas Canarias proceden de este tipo de litologías.

Parece que el único tipo de acuífero del que no se envasan aguas son los aluviales cuaternarios de los ríos, lo cual puede obedecer a varias razones. Por un lado es muy poco probable que las aguas de terrazas aluviales hayan sido calificadas históricamente como minero-medicinales: por el escaso espesor de los aluviales (5, 10, 20 m) no pueden ser termales y es poco probable que sean ambientes reductores en los que aparecen algunas de las sustancias que califican a las aguas como minero-medicinales (Fe^{+2} o especies reducidas de azufre). Es frecuente el caso de manantiales minero-medicinales que descargan sobre aluviales, pero el origen de éstas aguas suele estar asociado al sustrato en vez del recubrimiento aluvial. El sentido común ya señala que las aguas "subálveas" no van a tener una calidad química muy diferente de la del río al que drenan, o del que reciben agua en el estiaje. Por otro lado, en el caso plantearse una nueva explotación de aguas minerales o de manantial, si bien estos acuíferos pueden suministrar caudales más que suficientes, tienen una alta probabilidad de resultar contaminados, además de ser áreas donde tradicionalmente se instalan núcleos de población y/o actividades industriales, al tratarse de zonas de poco relieve y con fácil abastecimiento de agua (tanto superficial como subterránea).

La único caso en que aparecen captaciones para aguas envasadas sobre aluviales es el agua de Carabaña. Aunque se trata de pozos situados sobre el aluvial del río Tajuña, las aguas salinas que se envasan deben estar más relacionadas con los yesos y sales subyacentes a los sedimentos aluviales, que con las aguas que circulan por la terraza aluvial.

El 52 % de las marcas corresponden a aguas captadas en acuíferos carbonatados (que no necesariamente cársticos), de ahí que la facies hidroquímica predominante sea la bicarbonatada cálcica tal como se refleja en la distribución de especies mayoritarias de las

NOMBRE DEL AGUA	LOCALIDAD PROVINCIA	TIPO DE CAPTACIONES	CAUDAL (l/s)	ORIGEN INFORMACIÓN	UNIDAD HIDROGEO.	ÁMBITO GEOLÓGICO DE LOS ACUÍFEROS	OBSERVACIONES
MINERAL NATURAL INSALUS	Lizarza Guipúzcoa	Balneario con 3 manantiales. Fte. Aralar.	12 50 35	YEPES (1990) IGME (1993) ARMIJO (1968)	01.02 Tolosa	Calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico	Balneario de Insalus (inactivo) Minero-medicinal
MINERAL NATURAL ALZOLA	Eigobar Guipúzcoa	Manantial	2.5	ANPAM	01.03 Izarraitz	Calizas arrecifales aptense-albenses en contacto con sedimentos del Utrillas	Balneario de Alzola
MINERAL NATURAL URBERUAGA	Urberuaga (Marquina) Vizcaya	Varios manantiales	8.3	ANPAM	01.04 Navarniz	Calizas arrecifales y calcarenitas del Cretácico Inferior	Balneario de Urberuaga de Ubilla.
MINERAL NATURAL DE BETELU	Betelu Navarra	Manantiales: Dama Iturri, Iturri Santu y Carmelo	15	ALBERT (1979)	01.07 Sierra de Aralar	Calizas urgoaptenses en contacto con margas albenses	Balneario de Betelu (inactivo). Minero-medicinal
AGUA DE HOZNAYO	Entrambasaguas Cantabria	4 manantiales Se embotellaba la Fte. del Francés	12.4	ANPAM	01.10 Alisa Ramales	Calizas cretácicas confinadas por yesos, margas y arcillas del Keuper	No se envasan desde hace años. Balneario inactivo. Minero-medi.
MINERAL NATURAL SOLARES	Solares Cantabria	Manantial			01.11 Santander-Comargo	Calizas cretácicas confinadas por yesos, margas y arcillas del Keuper	Balneario de Solares. Minero-medicinal.
MINERO-MEDICINAL CORCONTE	Merindad de Valdeporres Burgos	Un manantial	3.3 1.6	YEPES (1990) ARMIJO (1968)	01.12 Puerto del Escudo	Calizas del Jurásico y del Cretácico (?)	El manantial está en la cuenca del Ebro. Balneario de Corconte.
MINERAL NATURAL FUENSANTA	Nava Asturias	Balneario con tres manantiales	3.3	YEPES (1990)	01.18 Región del Ponga	Los manant. nacen en el contacto entre calizas carboníferas y conglomerados del Cret. Inferior	Balneario de Fuensanta. Minero-medicinal.
MINERAL NATURAL CUEVAS	Felechosa (Aller) Asturias	Manantial de Cuevas (?)			01.18 (?) Región del Ponga	Caliza de Montaña (carbonífero)	
MINERO-MEDICINAL INCIO	Incio Lugo	Manantial de Fuente Rubia	15 0.37	ANPAM ARMIJO (1968)	01.99	Pizarras del Cámbrico-Ordovícico. Entre éstas aparecen niveles de calizas.	Balneario de Incio. Probablemente, hoy en día no se envasan
MINERAL NATURAL FONTECELTA	Céltigos (Sarría) Lugo	Un sólo manantial denominado Fontecelta	33 2.5	YEPES (1990) ARMIJO (1968)	01.99	Granitos y granodioritas hercínicos. Cuenca terciaria de Sarriá: arenas, gravas, arcillas	Balneario de Céltigos (inactivo). Minero-medicinal.
MINERAL NATURAL FONXESTA	Vega de Anzuelos (Láncara) Lugo				01.99	Granitos y granodioritas hercínicos	
MINERAL NATURAL FONTOIRA	Cospeitio Lugo	Manantial de Fontoira			01.99	Pizarras y cuarcitas del Cámbrico. Cuenca Miocena de Villalba (arcillas y arenas)	
MINERAL NATURAL MONDARIZ	Mondariz	Man. La Estrella-1 La Estrella 2 es un sondeo	0.86	ANPAM			Balneario de Mondariz. Se envasa La Estrella-2 Minero-medicinal.
MINERAL NATURAL FTE. DEL VAL	Pontevedra	Fte. del Val-1 es una galería.	0.5	ANPAM	01.99	Granitos peraluminicos de 2 micas, sincinemáticos con la orogenia Hercínica	Se envasa Fte. del Val-2 que parece ser un sondeo. Minero-medicin.

NOMBRE DEL AGUA	LOCALIDAD PROVINCIA	TIPO DE CAPTACIONES	CAUDAL (l/s)	ORIGEN INFORMACIÓN	UNIDAD HIDROGEO.	ÁMBITO GEOLÓGICO DE LOS ACUÍFEROS	OBSERVACIONES
MINERAL NATURAL CARRIZAL	San Andrés de Rabanedo León	Pozo perforado de unos 200 m de profundidad			02.06 Región del Esla-Valderaduey	Sedimentos terciarios de relleno de la cuenca del Duero: arenas, arcillas, conglomerados.	
MINERAL NATURAL CASTROVITA	Castromonte Valladolid	Manantial Fuente Sayud			02.07. Páramo de Torozos.	Calizas de los páramos del final del Terciario.	Balneario, hoy fuera de servicio. Minero-medicinal.
MINERAL NATURAL MONTEPINOS	Almazán Soria	Pozo perforado			02.15	Sedimentos terciarios de relleno de la cuenca de Almazán.	
MINERAL NATURAL BABILAFUENTE	Babilafuente Salamanca	Manantial fuente del Caño de Babilafuente	0.3	IGME (1985)	02.19 Ciudad Rodrigo-Salamanca	Sedimentos terciarios de relleno de la cuenca del Duero: arenas, arcillas, conglomerados.	Balneario de Babilafuente
MINERAL NATURAL SOUSAS	Verín Orense	Manantial	3.2	ANPAM	02.99	Granitos peraluminicos de 2 micas, sincinmáticos con la orogenia Hercínica. La roca de caja son esquistos, filitas y areniscas, fundamentalmente del Silúrico.	Las tres marcas corresponden a balnearios. Son minero-medicinales. Sousas también se envasa como Purnatur (marca blanca).
MINERAL NATURAL CABREIROÁ		Manantial	1.25 0.13	ANPAM ARMIJO (1968)			
MINERAL NATURAL FONTENOVA		Manantial	2.0	YEPES (1990)			
AGUA DE CÁRMENES	Cármenes León	Un sólo manantial	5 0.83	ANPAM GÓMEZ et al. (1992)	02.99	Caliza carbonífera de Montaña, en contacto con pizarras	Ya no se embotellan. Extinto balneario de las Caldas de Getino.
MINERAL NATURAL BEZOYA	Ortigosa del Monte Segovia	Varias captaciones en manantiales	2 *	ANPAM	02.99	Neises, migmatitas y granitos del Sistema Central	* Caudal de La Becea (primer manantial). Minero-medicinal.
MINERAL NATURAL FONTEMILLA	Moratilla de H. (Sigüenza) Guadalajara	Un sólo manantial	10		03.02 Tajuña-Montes Universales	Calizas del Cretácico Superior sobre sedimentos del Utrillas como base impermeable	Minero-medicinal
MINERAL NATURAL SOLÁN DE CABRAS	Beteta Cuenca	Un sólo manantial	91	LÓPEZ AZCONA (1978)	03.02 Tajuña-Montes Universales	Calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico	Minero-medicinal. Balneario de Solán de Cabras (en activo).
MINERAL NATURAL ALCANTUD	Alcantud Cuenca	Manantial			03.02 (?) Tajuña-Montes Universales	El manantial. está en sedimentos terciarios, pero parece deberse a calizas mesozoicas.	Balneario de Alcantud
MINERAL NATURAL DEL ROSAL	Calera y Chozas Toledo	Pozo perforado de más de 100 m de profundidad			03.05 Madrid-Talavera	Terciario detrítico de la Cuenca de Madrid: arcosas, arcillas y conglomerados	
MINERAL NATURAL FONSAÑA	La Cabrera Madrid	Varios sondeos de unos 50 m de profundidad		YELAMOS (1991)	03.99	Granito biotítico, leucocrático y tardihercínico de La Cabrera	Inicialmente fueron pozos excavados. Minero-medicinal.
MINERO-MEDICINAL CARABAÑA	Carabaña Madrid	6 pozos excavados de 15 a 25 m de profundidad		LÓPEZ AZCONA (1981)	03.99	Yesos y arcillas de la cuenca de Madrid, entre los que aparecen sales sulfatadas sódicas	Los pozos se ubican sobre las terrazas del río Tajuña

NOMBRE DEL AGUA	LOCALIDAD PROVINCIA	TIPO DE CAPTACIONES	CAUDAL (l/s)	ORIGEN INFORMACIÓN	UNIDAD HIDROGEO.	ÁMBITO GEOLÓGICO DE LOS ACUÍFEROS	OBSERVACIONES
MINERAL NATURAL VALTORRE	Belvis de la Jara Toledo	Manantial		IGME (1986)	03.99	Raña sobre materiales paleozoicos de los Montes de Toledo	
MINERAL NATURAL LOS RISCOS	Albuquerque Cáceres	Varios sondeos El primero fue surgente	0.56 *	SUÁREZ (1990)	04.99	Sinclinorio de cuarcitas confinadas por pizarras del Paleozoico Inferior	* Caudal surgente del primer sondeo
MINERAL NATURAL ZAMBRA	Zambra (Rute) Córdoba				05.35 Sierras de Cabra-Graena	Calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico. Complejo Sudbético	
MINERAL NATURAL MARMOLEJO	Marmolejo Jaén	El balneario tiene tres manantiales o pozos someros		SÁNCHEZ (1992)	05.99	Fractura en conglomerados, arenas y arcillas del Triásico, sobre pizarras paleozoicas	Balneario de Marmolejo. Minero-medicinal.
MINERAL NATURAL SIERRA DE JAÉN	Los Villares Jaén	Manantial fuente del Llorón			05.99	Calizas y dolomías del Lías Inf. y del Dogger. 900 m de espesor medio en conjunto.	Unidad Grajales-Pandera de CASTILLO et al. (1983)
AGUA DE ALHAMA	Alhama de Almería Almería	Inicialmente una galería. Hoy es un pozo perforado		IGME (1986) CERÓN et al. (1993)	06.13 Sierra de Gador	Calizas y dolomías alpujárrides en contacto con la cuenca terciaria de Andarax	Balneario de San Nicolás
MINERAL NATURAL SIERRA BONELLA	Casarabonella Málaga				06.46 Yunquera-Las Nieves	Calizas, dolomías y mármoles del Complejo Bético	Minero-medicinal.
MINERAL NATURAL LANJARÓN	Lanjarón Granada	16 sondeos horizontales de unos 75 m de media	1.16 *	FERNÁNDEZ RUBIO et al. (1983)	06.99	Micaesquistos, neises, mármoles y anfibolitas del Complejo Nevado-Filábride	* Caudal medio de los 11 mejores sondeos. Minero-medicinal. Balneario de Lanjarón ** CO2 añadido
MINERAL NATURAL FONTEFORTE **		El sondeo Salud-13 dio un caudal de 8 l/s					
MINERO MEDICINAL SAN VICENTE		Manantial San Vicente (?)					
AGUA DE SIERRA ALHAMILLA	Pechina Almería	Un sólo manantial	14	ANPAM	06.99	Cuarcitas y mármoles triásicos del Complejo Alpujárride	Balneario de Sierra Alhamilla
AGUA DE CANTALAR	Calar de la Sta. Moratalla Murcia	Manantial			07.17 Revolcadores-Serreta	Calizas y dolomías jurásicas con un Keuper salino como base impermeable	Balneario de Cantalar. Minero-medicinal.
MINERAL NATURAL FUENTE VIDRIO	Barranda Cara. de la Cruz Murcia	Manantial fuente vidriera			07.18 Sierra Gavilán	Calizas y dolomías jurásicas con un Keuper salino como base impermeable	Minero-medicinal
MINERAL NATURAL FUENTE CRISTAL	PARECE SER LA MISMA QUE FUENTE VIDRIO, SOLO QUE COMERCIALIZADA BAJO OTRA DENOMINACIÓN						
AGUA DE AGUAMUR	Moratalla Murcia	Galería. Fuente Chiki	5	YEPES (1990) IGME (1986)	07.18 (?) Sierra Gavilán	Calizas del Lías con un Keuper salino en la base	

NOMBRE DEL AGUA	LOCALIDAD PROVINCIA	TIPO DE CAPTACIONES	CAUDAL (l/s)	ORIGEN INFORMACIÓN	UNIDAD HIDROGEO.	ÁMBITO GEOLÓGICO DE LOS ACUÍFEROS	OBSERVACIONES
MINERAL NATURAL NEVAL	Moratalla Murcia				07.18 (?) Sierra Gavilán	Calizas del Lías con un Keuper (arcillas y sales) en la base	PARECE TRATARSE DE EL MISMO AGUA QUE LA MARCA AGUAMUR
MINERAL NATURAL FTE. LIVIANA	Huerta del Marquesado Cuenca				08.02 (?) Montes Universales	Calizas del Mesozoico	
AGUA DE CAMARENA	Camarena de la Sierra Teruel	El balneario tiene varios manantiales	3.2	ARMIJO (1968)	08.05 Javalambre	Calizas y dolomías del Jurásico con un Keuper en la base	Balneario Camarena. Se embotellaban en la década de los cincuenta
AGUA FUENTE EN SEGURES	Benasal Castellón	Manantiales			08.06 Mosqueruela	Calizas, dolomías y carniolas del Jurásico y Cretácico	Balneario (inactivo)
MINERAL NATURAL DE CORTÉS	Cortes del Arenoso Castellón	Fte. de la Collara o Fte. Masico			08.06 Mosqueruela	En el entorno del municipio son calizas del Cretácico Superior	También se comercializa como agua de manantial
MINERO MEDICINAL EL PARAÍSO	Manzanera Teruel	Manantial El Salvador	0.2	ANPAM	08.14 Alto Palencia	Calizas y dolomías del Jurásico, con margas y arcillas del Keuper en la base	Balneario El Paraíso
AGUA DE MANANTIAL SIETE AGUAS	Campillo de Siete Aguas Valencia	Manantial	3	ANPAM	08.18 Las Serranías	Calizas del Jurásico-Cretácico	Antiguo balneario de Siete Aguas (?) (Q se refiere a éste)
AGUA DE FONT-LYS	Manuel Valencia				08.26 (??) Plana de Valencia Sur	Acuífero detrítico Mioceno-Cuaternario	Minero-medicinal
MINERAL NATURAL S. DE SANCHIS	Fuente la Higuera Valencia				08.28 (?) Caroch Sur	Calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico, con un Keuper en la base	Minero-medicinal
AGUA DE EL CID	Miranda de Ebro Burgos	Manantial Fuencaliente	2.5	ANPAM	09.05 (?) Treviño	Sedimentos terciarios de la cuenca del Ebro. Quizás el acuífero sean unas calizas	Balneario El Porvenir (inactivo). Tampoco se envasan las aguas.
AGUA DE BELASCOAIN	Belascoain Navarra	Se envasaba el manantial llamado Diego de León	23 10-15	ARMIJO (1968) ALBERT (1979)	09.14 Andía	Acuífero calcáreo confinado. La descarga por fracturas asociadas a un diapiro.	Balneario de Belascoain (inactivo). Tampoco se envasan las aguas.
MINERAL NATURAL DE VERI	Bisaurri Huesca	Manantial de Veri	3.5 3.3	ETIQUETA IGME (1985)	09.21 Sierras Interiores	Calizas del Cretácico Superior con sedimentos de la facies Utrillas en la base como posible niel impermeable	Minero-medicinal
MINERAL NATURAL VILAS DE TURBÓN	Torre la Ribera Huesca	Manantial Virgen de la Peña	4	IGME (1985)	09.21 Sierras Interiores		Balneario Vilas de Turbón
MINERAL NATURAL RIBAGORZA	Graus Huesca	Sondeo petrolífero surgente de 1800 m de profundidad	5	IGME (1985)	09.22 Montsec	Calizas mesozoicas del sinclinal de Jaca confinadas por sedimentos paleógenos	El sondeo no está sobre el perímetro de la unidad 09.22
MINERAL NATURAL PEÑAFLARA	Torrecilla en Cameros La Rioja	Manantial de Peñaflara	7.2 5.5	ANPAM IGME (1985)	09.34 Llubera-Anguiano	Calizas y dolomías del Lías y Dogger (150-200 m de espesor) sobre Keuper salino de base	Balneario de Riba los Baños (inactivo). Minero-medicinal.

NOMBRE DEL AGUA	LOCALIDAD PROVINCIA	TIPO DE CAPTACIONES	CAUDAL (l/s)	ORIGEN INFORMACIÓN	UNIDAD HIDROGEO.	ÁMBITO GEOLÓGICO DE LOS ACUÍFEROS	OBSERVACIONES
MINERAL NATURAL FONTECABRAS	Jaraba Zaragoza	Manantiales	7	IGME (1985)	09.44 Piedra-Gallocanta	Calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico de la Cordillera Ibérica.	Balneario La Virgen. Las tres marcas son minero-medicinales.
MINERAL NATURAL FONTJARABA		Los caudales indicados son los de los balnearios	5	IGME (1985)		Las margas, arcillas y sales del Keuper, parecen ser la base impermeable del acuífero.	Anteriormente se llamó agua de Sicilia. Balneario Sicilia.
MINERAL NATURAL LUNARES			23.3 0.5	ANPAM IGME (1985)		En el punto de emergencia, afloran calizas del Cretácico Superior junto con Keuper.	Balneario Serón.
AGUA DE LA PEÑA	Nuévalos Zaragoza	Fte. Salud, en el lago del Espejo Monasterio de Pie.		SÁNCHEZ (1992)	09.44 Piedra-Gallocanta	Ídem Jaraba.	Se embotellaba en el siglo XIX.
MINERAL NATURAL DEL VALLE DE CARDÓ	Benifallet Tarragona	Manantial Pozo.	20	ANPAM IGME (1986)	09.49 Cardó-Perelló	Calizas y dolomías del Jurásico. Posiblemente un Keuper salino como base.	Balneario de Cardo (inactivo). Minero-medicinal.
MINERAL NATURAL PANTICOSA	Panticosa Huesca	Manantial San Agustín	3.5	IGME (1985)	09.99	Granitos hercínicos. Quizás influyan unas calizas del Devónico.	Villa Balneario de Panticosa. Minero-medicinal.
MINERAL NATURAL FTE. DEL BOU	Barruera Lérida	Hay 16 manantiales y se envasa la Fte. del Bou		ANPAM	09.99	Granodioritas biotíticas del Hercínico. Próximas al contacto con calizas del Devónico.	Balneario de las Caldas de Bohi
MINERAL NATURAL PALLARS	Rialp Lérida				09.99	Calizas del Devónico (??)	Minero-medicinal
MINERAL NATURAL FONT DEL PI	Guisona Lérida	Sondeo		IGME (1986)	09.99	Calizas, arcillas y areniscas del Oligoceno	Minero-medicinal
AGUA DE ROCAFORT	Rocafort de Vallbona Lérida	Manantial		IGME (1986)	09.99	Calcafenitas del Oligoceno, sobre yesos y margas como impermeable	
AGUA DE ROCALLAURA	Vallbona de las Monjas Lérida	Manantial de la Virgen del Tallat	0.08	YEPES (1990)	09.99	Calcafenitas del Oligoceno, sobre yesos y margas como impermeable	Balneario Rocallaura-Moreneta. Ya no se envasan.
MINERAL NATURAL VICHY CATALÁN	Caldas de Malavella Gerona	Manantial Fuente del Bullidor	3	YEPES (1990)	10.99 (?) 10.09 (?) La Selva	Las caldas están en un borde de la depresión de la Selva, formada por sedimentos neógenos. Asociados a las caldas, aparecen basaltos olivínicos, también del Neógeno.	Balneario Vichy Minero-medicinal CO2 añadido
MINERAL NATURAL MALAVELLA		Manantial Fuente de la Mina				No está claro si las aguas termales corresponden al acuífero de La Selva o a	
MINERAL NATURAL SAN NARCISO		Manantial San Narciso				circulación profunda por las granodioritas que delimitan los	
MINERAL NATURAL IMPERIAL		Manantial Imperial				bordes de la Cuenca	

NOMBRE DEL AGUA	LOCALIDAD PROVINCIA	TIPO DE CAPTACIONES	CAUDAL (l/s)	ORIGEN INFORMACIÓN	UNIDAD HIDROGEO.	ÁMBITO GEOLÓGICO DE LOS ACUÍFEROS	OBSERVACIONES
AGUA DE LAS TERMAS DE ORIÓN	Santa Coloma de Farnés Gerona	Manantial			10.99 (?) 10.09 (?) La Selva	Análogo al de las Caldas de Malavella	Balneario de las Termas de Orión
MINERAL NATURAL VITAL DE FOURNIER	La Garriga Barcelona				10.99 (?) 10.18 (?) Vallés	Similar al de las Caldas de Malavella, solo que surgen en el borde de la Cuenca del Vallés	Balneario Minero-medicinal
AGUA DE MANANTIAL FONT BONA	Orpí Barcelona	Fuente del Boix	40	ANPAM	10.22 (?) Cordillera Prelitoral	Calizas del Eoceno	
MINERAL NATURAL DE RIBES	Ribes de Fresser Gerona	Manantial Fuente Fontaga			10.30 Cadi-Taga-Ripoll	Calizas del Eoceno	Balneario Montagut. Minero-medicinal.
MINERAL NATURAL FONT VELLA		Manantial Font Vella	25 (?)	YEPES (1990)			Minero-medicinal. ¿ Antiguo balneario de S. Hilario Sacalm ?.
MINERAL NATURAL FONTDOR	San Hilario Sacalm Gerona	Manantial	4	ANPAM			Minero-medicinal
MINERAL NATURAL FONT SELVA		Manant. Font Selva ¿Sondeo de 200 m de profundidad?					
MINERAL NATUR. FONT AGUDES DEL MONTSENY	Arbúcies Gerona	Galería	4.2	ANPAM IGME (1968)	10.99	Granodioritas y leucogranitos emplazados a finales de la Orogenia Hercínica	
MINERAL NATURAL FONT DEL REGÁS		Galería		IGME (1968)			
MINERAL NATURAL VILADRAU	Viladrau Gerona	Galería de Fontalegre la Curanya	2.6	ANPAM IGME (1986)			Minero-medicinal
MINERAL NATURAL FONTER	Amer Gerona	Manantial Fuente Picant	12.5	ANPAM	10.99	Esquistos paleozoicos	Antiguo balneario de Amer Palatín CO2 añadido
AGUA DE CLARÁ	Argentona Barcelona				10.99 (?)	Granitos post-hercínicos de la cordillera costera catalana	
MINERAL NATU. SAN ANTÓN	Alforja Tarragona	Manantial		IGME (1986)	10.99	¿Dolomías del Muschelkalk? ¿Tonalitas?	
MINERAL NATURAL QUESS	Quess (Infiesto) Asturias	Manantial de Quess			01.99	Cuarcitas del Ordovícico (?)	
AGUA DE BAL-BELLÚS	Bellús Valencia	El balneario tenía cinco manantiales	16.2	ARMIGO (1968)	08.32 Sierra Grossa	Calizas del Cretácico Superior	Extinto balneario de Bellús

Tabla 1. Situación, características de las captaciones y ámbito hidrogeológico de 90 marcas de aguas envasadas en la península Ibérica.

aguas envasadas peninsulares que presentan REDONDO et al. (1995, en este mismo congreso).

Otro aspecto a destacar es el escaso número de aguas envasadas de captaciones en acuíferos constituidos por sedimentos terrígenos en cuencas terciarias: únicamente seis sobre un total de 90. Todo ello a pesar de que estas cuencas ocupan grandes superficies sobre el territorio peninsular con acuíferos perfectamente válidos en cuanto a cantidad y calidad para ser utilizados para envasado de aguas. Muy probablemente, la causa radica en que este tipo de acuíferos no suelen dar lugar a manantiales calificados como minero-medicinales: de caudal importante y constante y/o presencia de especies reducidas, sino que más bien tienden a descargar directamente en los cursos fluviales importantes que los atraviesan. De las seis marcas que corresponden a este tipo de acuíferos, tan sólo una se corresponde con un establecimiento balneario y con ciertas dudas de si realmente el manantial minero-medicinal corresponde a sedimentos terrígenos terciarios.

Un elevado porcentaje de las aguas envasadas no pertenece a ninguna unidad hidrogeológica oficialmente delimitada. De las 90 marcas recogidas en la tabla 1, 38 corresponden a captaciones situadas sobre ese "cajón de sastre" definido como "impermeables con o sin acuíferos aislados de interés muy local". Dejando de lado a las Caldas catalanas, de las que ya se ha indicado la duda de incluirlas en una unidad hidrogeológica o si también entran en el "cajón de sastre", el 45 % de las aguas envasadas están sobre terrenos considerados como impermeables a nivel regional. Aunque en el conjunto global de los recursos hídricos subterráneos de la península el volumen de aguas envasadas es mínimo (unos 2.000 millones de litros al año, equivalentes a un caudal continuo de 64 l/s), el hecho de que casi la mitad de las explotaciones de aguas envasadas se sitúen sobre terrenos "impermeables" parece reflejar que aun queda bastantes estudios hidrogeológicos de base que realizar, tal como se indica en el libro blanco de las aguas subterráneas: "se ha percibido la necesidad de definir nuevas unidades hidrogeológicas sobre acuíferos antes considerados como marginales (M.I.E.-M.O.P.T.M.A., 1994, pp. 68).

Dentro de las 38 marcas que no se corresponden con ninguna unidad hidrogeológica definida, todas las captaciones para aguas envasadas se ubican sobre hard rocks (rocas plutónicas y metamórficas), con la excepción del agua de Carabaña. Si en vez del número de marcas consideramos la producción de aguas envasadas, el papel que juegan las hard rocks es mucho más relevante. En la tabla 2 se recoge el volumen de estas aguas en 1988 para las empresas peninsulares con una producción superior a los 5 millones de litros. Considerando que las cifras relativas a Font Vella, Viladrau y Peñaclara son litros (en realidad la cifra de la tabla son botellas) en conjunto contabilizan 1302.6 millones (no se incluyen las Baleares ni Canarias). De éstos, 791,8 corresponden a captaciones sobre hard rocks, 303.8 millones de litros a puntos de agua sobre acuíferos de naturaleza sedimentaria que pertenecen a una unidad hidrogeológica definida, 95 a las caldas catalanas, mientras que 112 son de marcas en las que no se ha identificado que unidad hidrogeológica pertenecen (o quizás no pertenezcan a ninguna). Aun admitiendo que éstas últimas y las caldas catalanas son de unidades definidas, del orden del 60 % de las aguas envasadas de la península Ibérica provienen de captaciones sobre rocas de naturaleza plutónica y metamórfica.

MARCA	VOLUMEN Millones de litros	UNIDAD HIDROGEOLOGICA
FONT VELLA/FONTER	310 (1)	10.99 GRANITOS/ESQUISTOS
FONTDOR	125	10.99 GRANITOS
VICHY CATALÁN	80 (2)	10.99 (?) CALDAS DE MALAVELLA
BEZOYA	73	02.99 NEISES-GRANITOS
LANJARÓN	72	06.99 ESQUISTOS-NEISES
VILADRAU/IMPERIAL	71 (1)	10.99 GRANITOS
SOLÁN DE CABRAS	50	03.02 CALIZAS MESOZOICAS
RIBES	42	10.30 CALIZAS Terciarias
MONTSENY	38	(?)
AQUAFONT	35	(?)
FONT DEL PI	26	09.99 SEDIMENTOS Terciarios
FUENSANTA	24	01.18 CALIZA DE MONTAÑA
SOLARES	20	01.11 CALIZAS MESOZOICAS
FONTDALT	20	(?)
FONTECELTA	20	01.99 GRANITOS
FONT DEL PIC	19,8	10.99 GRANITOS
VERI	18	09.21 CALIZAS CRETÁICAS
ALHAMA	18	06.13 CALIZAS TRIÁSICAS
CABREIROÁ	17,3	02.99 GRANITOS
FTE. VAL/MONDARIZ	15,2	02.99 GRANITOS
FOURNIER	15	10.99 (?) CALDAS DE LA GARRIGA
FONT AGUDES	14	10.99 GRANITOS
LOS RISCOS	13,5	04.99 CUARCITAS
SOUSAS	13	02.99 GRANITOS
CARDÓ	12,8	09.49 CALIZAS MESOZOICAS
INSALUS	12	01.02 CALIZAS MESOZOICAS
FONTENOVA/FONSANA	11	03.99 GRANITOS
SELLARIM	11	(?) ¿Distribuidora?
FONT DEL REGAS	10	10.99 GRANITOS
PEÑA CLARA	10 (1)	09.34 CALIZAS MESOZOICAS
FONTJARABA	9	09.44 CALIZAS MESOZOICAS
AGUAMUR	9	07.18 CALIZAS MESOZOICAS
CORCONTE	8,9	01.12 CALIZAS MESOZOICAS
LUNARES	8,5	09.44 CALIZAS MESOZOICAS
URBERUAGA	8	01.04 CALIZAS MESOZOICAS
PEÑAMONTE	8	(?)
BETELU	8	01.07 CALIZAS MESOZOICAS
PANTICOSA	7	09.99 GRANITOS
CASTROVITA	7	02.07 CALIZAS Terciarias
FONTECABRAS	7	09.44 CALIZAS MESOZOICAS
VILAS DEL TURBÓN	5,6	09.21 CALIZAS MESOZOICAS

(1) Millones de botellas, no de litros (2) Incluye Malavella y Las Creus

TABLA 2. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS DE AGUAS ENVASADAS DE LA ESPAÑA PENINSULAR EN 1988. FUENTE: ALIMARKET (MAYO DE 1989)

Las causas de este importante papel de las hard rocks dentro de las aguas subterráneas envasadas pueden ser las siguientes:

a) El importante volumen del sector de envasado de aguas catalán. Tres marcas con captaciones sobre granitos (Font Vella, Fonter y Fondor) suman 435 millones de litros. En la Cuenca del Pirineo Oriental donde son frecuentes los problemas de abastecimiento de agua no se debían despreciar los bajos caudales que aportan los granitos.

b) Las aguas de circulación profunda a través de grandes fracturas en hard rocks suelen ser termales o bien tienen especies reducidas (Fe^{+2} , SH_2) que las califican como minero-medicinales, de forma que pueden dar lugar a balnearios. Este es el origen de marcas ubicadas en Galicia como Sousas, Mondariz o Cabreiroa.

c) Los acuíferos someros sobre hard rocks tienden a tener una baja mineralización, al menos en comparación con la calidad química de aguas subterráneas en rocas carbonatadas. Esta débil mineralización es lo que se busca con frecuencia en el mercado de aguas envasadas: aguas dulces, "sin sabor a cal", y a ser posible con un bajo contenido en sodio. Además, dentro de las hard rocks se incluyen a las cuarcitas, cuyas aguas subterráneas son las de menor salinidad puesto que se trata de materiales prácticamente insolubles. Los Riscos es un ejemplo de captaciones sobre cuarcitas con una salinidad inferior a 100 mg/l.

Los acuíferos sobre hard rocks son de muy difícil estudio y quizás, sea ésta una de las razones por las que ninguna de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular incluye litologías de naturaleza plutónica y metamórfica. Sin embargo, dado el importante papel que juegan dentro del mercado de aguas envasadas parece conveniente dedicarles una mayor atención, con vista a poder resolver adecuadamente los problemas hidrogeológicos que se puedan plantear, como por ejemplo, la realización de nuevas captaciones para incrementar los recursos o la delimitación de perímetros de protección para captaciones de aguas envasadas sobre hard rocks.

CONCLUSIONES

1) Las aguas minerales naturales y minero-medicinales envasadas de la España peninsular se captan en todo tipo de litologías de cualquier edad geológica, con excepción de los aluviales cuaternarios de los ríos. En el conjunto de marcas recopiladas no hay representación de marcas en rocas volcánicas, pero a estas corresponden las que se envasan en las islas Canarias.

2) Sobre un total de 90 marcas, 47 corresponden a acuíferos carbonatados (calizas, dolomías y mármoles). Las marcas que captan aguas subterráneas sobre hard rocks (rocas plutónicas y metamórficas), aunque son menos numerosas, aportan más del 60 % del volumen de aguas envasadas de la España peninsular, de manera que sería conveniente dedicar más esfuerzos a conocer el comportamiento hidrogeológico de unos materiales tradicionalmente considerados como "impermeables a nivel regional".

3) Un 44 % de las marcas envasan aguas subterráneas captadas sobre materiales a los que no corresponde ninguna unidad hidrogeológica oficialmente definida (principalmente

sobre hard rocks), de lo que se desprende que aun faltan bastantes estudios hidrogeológicos básicos que realizar .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ALBERT, J.F. (1979). "Estudio geotérmico preliminar de Navarra". II Simposio Nacional de Hidrogeología. *Hidrogeología y Recursos Hidráulicos*, V, 511-531. PAMPLONA.

ALIMARKET (1989). Número de Mayo, pp. 25-35.

ANPAM. Archivo Nacional de Puntos de Aguas Minero-Medicinales, Minero-Industriales y de Bebida Envasada del Instituto Tecnológico Geominero de España.

ARMIJO, M. (1968). "Compendio de Hidrología médica". Editorial Científico-Médica. 484 pp. BARCELONA.

ARRESE, F.; LEGUEY, S. y RODRÍGUEZ MARTÍNEZ (1969). Estudio hidrogeológico de los manantiales minero-medicinales de Lanjarón (Granada). *Agua*, 6, 145-164. BARCELONA

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO de 26 de julio de 1991. Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Circulación y Comercio de Aguas de Bebida Envasadas. Boletín nº 178, pp. 24819-24825.

CASTILLO, E.; HIDALGO, J. y DEL VALLE, M. (1983). "Posibilidades de abastecimiento urbano a Jaén a partir de aguas subterráneas". III Simposio Nacional de Hidrogeología. *Hidrogeología y Recursos Hidráulicos*, VII, 217-232. MADRID.

CERÓN, J.C.; PULIDO-BOCH, A. y SÁNCHEZ MARTOS, F. (1993). "Thermodynamic equilibria and base temperatures of the karstic waters in the middle and lower Andarx (Almería, Spain)". in "Some Spanish Karstic Aquifers", pp. 211-223. Universidad de Granada.

FERNÁNDEZ RUBIO, R.; MORENO, I.; CUESTA, M. y TORRES, J.A. (1983). "Captación de aguas subterráneas mediante sondeos horizontales en Lanjarón". III Simposio Nacional de Hidrogeología. *Hidrogeología y Recursos Hidráulicos*, IX, 397-406. MADRID.

GÓMEZ, E.; ALFÁGEME, S.; MORÁN, A.; ALLER, A. y MARTÍNEZ, O. (1992). "Las aguas minerales, termales y minero-medicinales de León". Colección Conocer León, 128 pp. Ediciones de la Universidad de León.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1985). "Estudio de las manifestaciones termales de Extremadura-Salamanca-Aragón y Rioja orientadas a su posible explotación como recurso geotérmico". Informe interno número 747. MADRID.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1986). "Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España. Estudio preliminar". Colección Informe. 134 pp. MADRID.

INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (1993). "Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis". 2 tomos, memoria 591 pp. Segunda edición. MADRID.

LÓPEZ AZCONA J.M. (1978). "Consideraciones sobre el manantial minero-medicinal de Solán de Cabras". *Ann. R. Ac. Farmacia*, 44 (4), 593-611. MADRID.

LÓPEZ AZCONA J.M. (1981). "Consideraciones sobre el grupo de manantiales minero-medicinales de Carabaña". *Ann. R. Ac. Farmacia*, 47 (3), 313-326. MADRID.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA-MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE (1994). "Libro blanco de las aguas subterráneas". Editado por el Centro de Publicaciones del M.O.P.T.M.A., 135 pp.

RAMOS, J.M. (1974). "Aguas minero-medicinales de Lanjarón". *Notas Hidrogeológicas*, 4, 6 pp. Universidad de Granada.

REDONDO, R.; YÉLAMOS, J.G. y YEPES, J. (1995). "Composición química de las aguas envasadas (minerales y minero-medicinales) de la España peninsular". 15 pp. En este mismo congreso.

RODRÍGUEZ GORDILLO, J.; VELILLA, N. y FERNÁNDEZ RUBIO, R. (1981). "Hidroquímica y termalismo de las aguas de Lanjarón". *I Simposio del Agua en Andalucía*, T.1, pp. 501-515. GRANADA.

SÁNCHEZ, J. (1992). "Guía de establecimientos balnearios de España". Ediciones del M.O.P.T., 357 pp. MADRID.

SERVICIO GEOLÓGICO DE OBRAS PÚBLICAS (1990). "Unidades hidrogeológicas de la España peninsular e Islas Baleares. Síntesis de sus características y mapa a escala 1:1.000.000". *Bol. Inf. Est.*, 52, 32 pp. MADRID.

SUÁREZ CABALLERO, F. (1990). "Una fuente de salud", en "El manantial. El libro del agua". Menfis Editores, pp. 48-69.

YÉLAMOS, J.G. (1991). "*Hidrogeología de las rocas plutónicas y metamórficas en la vertiente meridional de la Sierra de Guadarrama*". Tesis doctoral. Memoria 334 pp. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma. MADRID.

YEPES, J. (1990). "*Síntesis hidrogeológica general de las aguas minerales de España*". Tesis de Licenciatura. Memoria 161 pp. Facultad de Geología. Universidad Complutense. MADRID.