

AGUAS SUBTERRANEAS

Termalismo en España meridional

J. CRUZ-SANJULIAN y L. GARCIA-ROSSELL

Boletín Geológico y Minero. T. LXXXVI-II, Año 1975 (179-186)

AGUAS SUBTERRANEAS

R- 7047

Termalismo en España meridional

J. CRUZ-SANJULIAN y L. GARCIA-ROSSELL



Boletín Geológico y Minero. T. LXXXVI-II, Año 1975 (179-186).

Donación
A. Rosell

Termalismo en España meridional

PUBLICACIONES DE LA ESCUELA DE GEOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA
Serie I nº 226

Por J. CRUZ-SANJULIAN (*) y L. GARCIA-ROSSELL (*) (1)

(1). CSIC - Fac. Ciencias. TAX y PHONE:
34-58.24.33.48

RESUMEN

Se presentan en este trabajo los datos recopilados hasta el momento (marzo 1973) sobre manifestaciones termales en 14 provincias del Sur de España y en las Islas Baleares, es decir, en la región situada al Sur del paralelo 39° N.

En total se han inventariado 201 puntos de agua, con una temperatura máxima de 60° C. Estos puntos se agrupan en cuatro facies hidroquímicas: bicarbonatada calco-magnésica, bicarbonatada sódica, sulfatada calco-magnésica y clorurada sódica.

Existe una clara relación entre la distribución espacial de estas facies y los rasgos geológicos regionales.

Resalta, por su notable desarrollo, el termalismo de la provincia de Granada, tanto por el número de surgencias como por la temperatura y caudal de las mismas.

RÉSUMÉ

Ce travail présente les nouvelles données acquises sur le thermalisme en 14 provinces de l'Espagne méridionale, c'est à dire, de la région situé à peu près, au Sud du parallèle 39° N.

Nous avons reconnu 201 points d'eau dont la température maximale est 60° C. Du point de vue de l'hydrochimie, existent quatre faciès: bicarbonatée calco-magnésienne, bicarbonatée sodique, sulfatée calco-magnésienne et chlorurée sodique.

Le thermalisme de la province de Grenade et notamment important en raison du nombre des surgences, leur température et leur débit.

I. INTRODUCCION.

En los recientes congresos y reuniones internacionales sobre termalismo—Checoslovaquia (1968) y Pisa (1970)—se ha puesto de manifiesto el interés creciente que la investigación y explotación de las aguas termales va tomando en muchos países. La explotación puede atender a tres finalidades: energética, terapéutica o agrícola.

En España meridional son muy numerosas las sur-

gencias de esta naturaleza, sobre todo en las Cordilleras alpinas que bordean la Meseta paleozoica. La conexión que parecía mostrar su localización con ciertas estructuras geológicas de carácter regional, en la Cordillera Bética, fue otra de las razones por la que se eligió este tema como objeto principal de investigación del Laboratorio de Hidrogeología de la Universidad de Granada, a partir de su creación, en el año 1968.

Se comenzó a estudiar entonces la zona de contacto entre el Bético s.str. y el Subbético, en las provincias de Almería, Granada y Málaga. Más tarde, la región investigada se extendió a otras zo-

(*) Departamento de Geotectónica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

nas internas y externas de toda la Cordillera, y actualmente se ha ampliado a la España peninsular situada aproximadamente al Sur del paralelo 38° 50' N, así como a las Islas Baleares y, más recientemente, a las Islas Canarias.

Los resultados del estudio se vienen publicando en síntesis provinciales a escala 1:500.000, de las cuales ya ha visto la luz la de Granada y están en prensa las de Málaga, Almería y Jaén. Junto a ellas, también se publican estudios sobre sectores restringidos, que corresponden casi siempre a Tesis de Licenciatura realizadas en este Departamento y dirigidas por uno de nosotros (L. G.-R.).

Dado el estado actual de la cuestión, parece conveniente presentar un avance de los numerosos datos ya obtenidos en toda la región meridional de la Península Ibérica, aunque en muchos casos estos datos tengan carácter provisional, ya que prosigue su estudio.

Además de Bibliografía geológica e hidrogeológica, se han utilizado las siguientes fuentes de información:

A) Encuesta a todos los Municipios de las Provincias de Albacete, Almería, Baleares, Badajoz, Cádiz, Ciudad Real, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga, Murcia, Sevilla, Valencia, Gran Canaria y Tenerife. Ello representa un total de 1.745 Municipios encuestados de los que han contestado, hasta el momento, 1.430 (el 82 por 100). Esta fase de inventario aún continúa.

B) Encuesta a los Balnearios en explotación actual o antigua de las citadas provincias.

C) Encuesta a los siguientes organismos:

- Delegaciones del Ministerio de Industria (Jefatura de Minas).
- Delegaciones del Ministerio de Agricultura (Instituto Nacional para la conservación de la Naturaleza).
- Delegaciones del Ministerio de Información y Turismo.
- Diputaciones Provinciales.
- Comisiones Provinciales de Servicios Técnicos.
- Jefaturas de Montes.
- Instituto Nacional de Colonización (YRIDA).

A todos ellos expresamos nuestro agradecimiento.

II. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUAS TERMALES.

II. 1.—Sobre el criterio del termalismo.

Uno de los resultados a que estamos llegando en esta región (en lo que a métodos de trabajo se refiere) es que, en algunos casos, un agua puede ser considerada como termal aunque no presente una anomalía térmica importante respecto al resto de las aflorantes en la región.

Ello reviste notable interés porque, en muchas ocasiones, las manifestaciones termales pasan desapercibidas al mezclarse con acuíferos "normales", los cuales atenúan el contraste térmico. Así lo hemos constatado en numerosas surgencias del Dominio Alpujarride. Pero este hecho implica otras cuestiones todavía de mayor trascendencia. Así, en un trabajo en preparación, los autores aportan una casuística suficientemente amplia a este respecto como para evidenciar que ciertas peculiaridades químicas y dimensionales de algunos acuíferos, pueden ser explicadas si se tienen en cuenta los posibles aportes de aguas termales sulfatadas y cloruradas calco-sódicas.

En otros sectores no es tan evidente este hecho y—sobre todo—no ha sido suficientemente tenido en cuenta en los trabajos hidrogeológicos hasta ahora realizados.

Así pues, el criterio para definir un agua termal ha de elegirse en función de lo que se pretende estudiar: si es una prospección para evidenciar aportes de aguas termales no es imprescindible que exista una neta diferencia de temperatura de las surgencias respecto a la media de aguas "normales" de la región. Si sólo se desea obtener un inventario de las surgencias termales, éstas han de ser de mayor temperatura, naturalmente. Pero ¿cuándo lo son? En el reciente Congreso de Checoslovaquia se estableció un límite inferior de 20° C, o bien de 5° C más que la temperatura media del aire en la región. Nosotros hemos trabajado con un criterio parecido (CRUZ-SANJULIÁN, GARCÍA-ROSSELL y GARRIDO BLASCO, 1972).

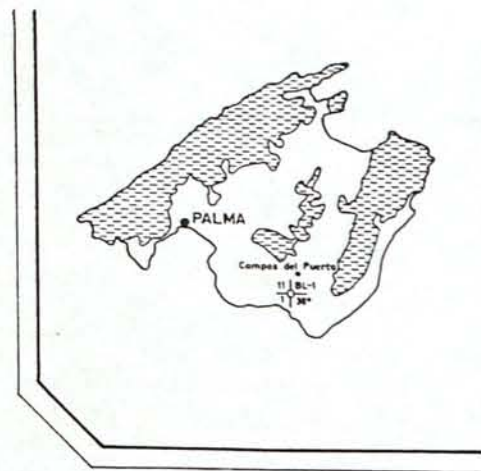
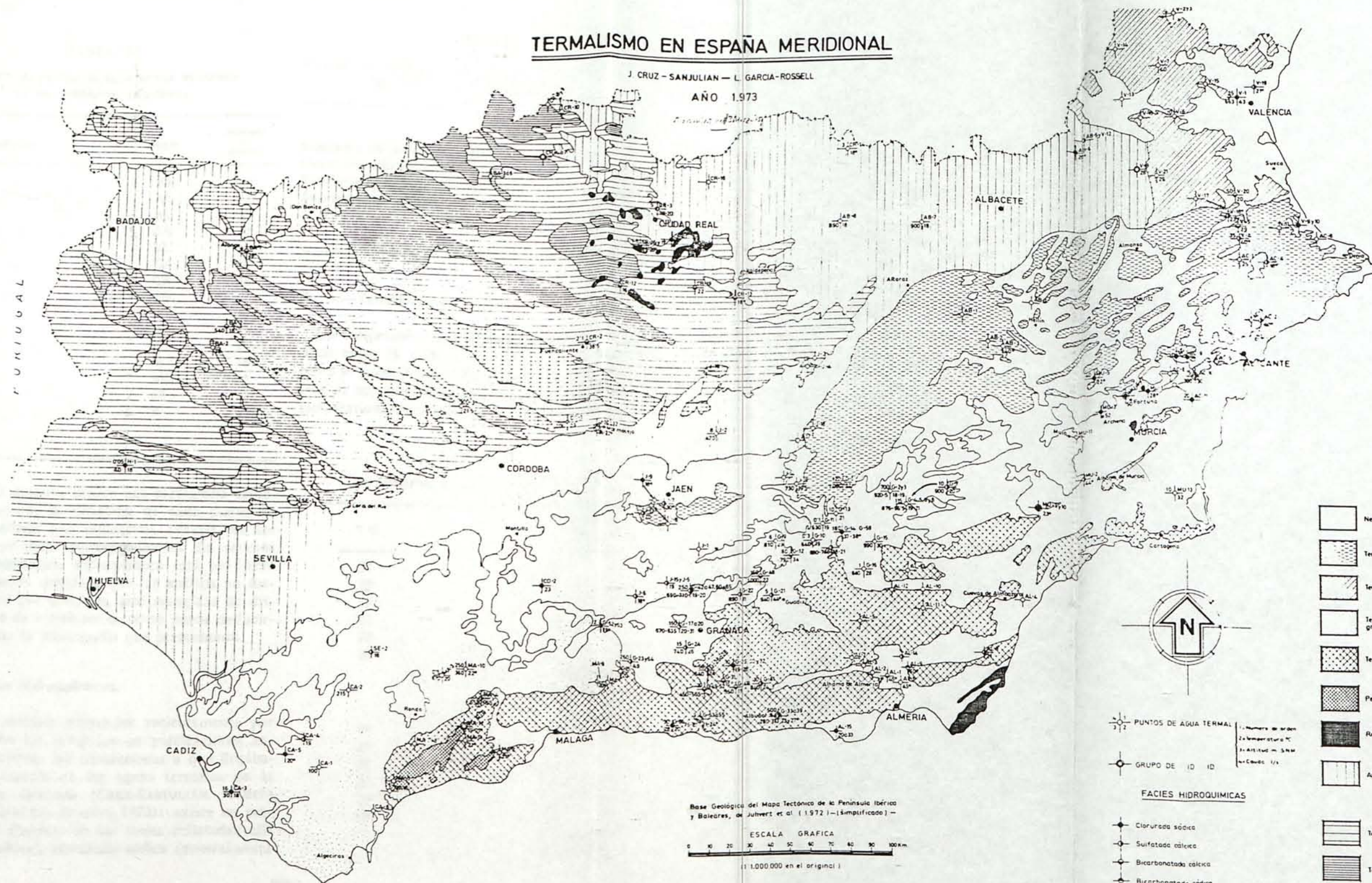
II. 2.—Puntos de aguas termales.

En la tabla 1.ª se indican los puntos de agua termal que corresponden a cada una de las Provincias estudiadas. No dudamos que tal número se incrementará considerablemente al proseguir y hacer más

TERMALISMO EN ESPAÑA MERIDIONAL

J. CRUZ - SANJULIAN - L. GARCIA-ROSSELL

AÑO 1973



LEYENDA

CORDILLERAS ALPICAS

- Neógeno posttectónico y cuaternario
- Terrenos deformados fundamentalmente entre Mioceno Inferior y Superior: PREBETICO S.L.
- Terrenos deformados al final del Oligoceno: CORDILLERA IBERICA
- Terrenos deformados durante el Eoceno-Oligoceno y, en parte, traccionados gravitatoriamente: SUBBETICO S.L.
- Terrenos mono y polimetamórficos: COMPLEJOS NEVADO-FILABRIDE Y ALPUJARRIDE
- Peridotitas de la Serranía de Ronda
- Rocas ígneas neógenas y cuaternarias
- Areas de cobertura, poco o nada deformadas, apoyadas sobre un zócalo hercínico

CORDILLERA HERCINIANA

- Terrenos paleozoicos afectados por las deformaciones hercínicas
- Terrenos precámbricos
- Granitoides posttectónicos

- PUNTOS DE AGUA TERMAL**
- Número de aguas
 - Temperatura °C
 - Altitud m. S.N.M.
 - Caudal l/s

FACIES HIDROQUIMICAS

- Clorurada sódica
- Sulfatada cálcica
- Bicarbonatada cálcica
- Bicarbonatada sódica
- Limite de la región en estudio

Base Geológica del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares, de Juhvert et al. (1972) - (simplificado) -

ESCALA GRAFICA

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 km.

(1:1.000.000 en el original)

minuciosa y selectiva la investigación. Así ha sucedido en las provincias hasta ahora estudiadas. En la de Granada, por ejemplo, se localizaron en principio 33 puntos de agua termal, luego se incrementaron a 39 y en estos momentos disponemos de datos de más de 60.

TABLA 1.^a

Número de puntos de agua termal existentes en las provincias estudiadas

Provincia	Sigla	Número de puntos
Albacete	AB	6
Alicante	AC	11
Almería	AL	15
Badajoz	BA	7
Baleares	BL	1
Cádiz	CA	6
Ciudad Real	CR	18
Córdoba	CO	3
Granada	G	63
Huelva	H	1
Jaén	J	18
Málaga	MA	18
Murcia	MU	11
Sevilla	SE	2
Vaencia	V	21
Total		201

El Plano 1 muestra (sobre una cartografía geológica esquemática) la situación de cada punto de agua inventariado con indicación, además, de las facies hidroquímicas correspondientes. En algunos casos, la clasificación hidroquímica está pendiente de comprobación debido a que los análisis no fueron realizados por nosotros, sino recogidos de distintas fuentes de información, como puede deducirse al consultar la Bibliografía que presentamos.

II. 3.—Facies hidroquímicas.

Tanto los análisis efectuados recientemente por nosotros como los recogidos en publicaciones anteriores corroboran las conclusiones a que llegábamos en el estudio de las aguas termales de la Provincia de Granada (CRUZ-SANJULIÁN, GARCÍA ROSSELL y GARRIDO BLASCO, 1972): existe un predominio casi absoluto de las facies sulfatadas cálcica (y magnésica), clorurada sódica (generalmente

con porcentajes elevados de sulfatos) y de la bicarbonata cálcica (y magnésica). Sólo hay que añadir aquí la presencia (muy localizada ciertamente) de una facies bicarbonatada sódica tal y como se indica en la Tabla 2.^a

TABLA 2.^a

Número de puntos de aguas termales de cada una de las facies hidroquímicas existentes

	Número	%
Sulfatadas cálcicas y magnésicas ...	49	43,3
Cloruradas sódicas ...	30	26,5
Bicarbonatas cálcicas y magnésicas	30	26,5
Bicarbonatadas sódicas ...	4	3,5
TOTALES	113	99,8

II. 4.—Temperaturas.

Las temperaturas más frecuentes son las comprendidas entre 18 y 21° C, es decir las más bajas, tal como se puede apreciar en la Tabla 3.^a Ligeros máximos se aprecian sobre los 23-24° C y 28-29° C. Las temperaturas superiores a 29° C son poco frecuentes.

TABLA 3.^a

Temperaturas de las surgencias termales

T °C	Número de surgencias
18	18
19	22
20	18
21	12
22	8
23	6
84=59 %	
24	9
25	4
26	4
27	2
28	5
29	6
30=21,5 %	

T °C	Número de surgencias
30	2
31	2
32	2
33	1
34	1
35	0
<hr/>	
8 = 5,6 %	
36	0
37	1
38	3
39	0
40	4
41	0
<hr/>	
8 = 5,6 %	
42	0
43	0
44	2
45	4
46	1
47	0
<hr/>	
7 = 4,9 %	
48	0
49	1
50	0
51	0
52	2
53	1
<hr/>	
4 = 2,8 %	
54	0
55	0
56	0
57	0
58	0
59	0
60	1
<hr/>	
1 = 0,7 %	

Sobre la significación de estos valores, relativos a las temperaturas de surgencia, hay que tener en cuenta lo ya indicado respecto a la mezcla que frecuentemente se produce entre las aguas termales y las "normales". En este sentido, es interesante se-

ñalar que las surgencias de mayor temperatura presentan una facies sulfatada o clorurada, mientras que, en las de temperaturas más baja, se aprecia una mayor diversidad de facies hidroquímicas, con predominio, no obstante, de la facies bicarbonatada. Esta facies bicarbonatada es, precisamente, la más frecuente en los acuíferos no termales de la región.

Las más altas temperaturas corresponden a las facies sulfatada y clorurada, como se expresa en la Tabla 4.^a

TABLE 4.^a
Relación entre las temperaturas y las facies hidroquímicas

	PUNTOS DE AGUA		
	Menos de 25° C	25 a 30° C	Más de 30°
Bicarbonatadas cálcico-magnésicas	25	4	3
Bicarbonatadas sódicas..	3	0	1
Sulfatadas	25	13	11
Cloruradas	15	4	8

No hemos podido comprobar, en la región que ahora describimos, las relaciones que parecen existir en la provincia de Granada entre temperaturas y caudales (CRUZ-SANJULIÁN, GARCÍA-ROSSELL, y GARRIDO BLASCO, 1972), tal vez porque los datos que poseemos, por el momento, no son demasiado representativos.

III. EL TERMALISMO EN RELACION CON LA GEOLOGIA REGIONAL.

III. 1.—Factores que controlan la localización de las surgencias termales.

Las circunstancias geológicas locales pueden enmascarar, en ocasiones, los verdaderos factores que controlan el termalismo. Esto es especialmente cierto cuando se intenta establecer una relación inmediata entre la composición química del agua y la naturaleza litológica del terreno donde aquélla emerge. De ahí la necesidad de un estudio suficientemente extenso cuando se desean interpretar debidamente las características físico-químicas de las

aguas termales en relación con su posible condicionamiento geológico. Por esta razón hemos extendido nuestra investigación (que en un principio se circunscribía a las Cordilleras Béticas) a las zonas más meridionales de la Meseta y de la Cordillera Ibérica, para establecer comparaciones suficientemente válidas con regiones no alpinas.

En el plano I se observan nítidas agrupaciones de los puntos inventariados. Estas agrupaciones están ligadas a factores eminentemente tectónicos:

— De una parte existen alineaciones de dirección aproximada N 60° E, especialmente en el Sur y Sureste de la región estudiada. Así, entre Alicante y Cádiz (en su parte oriental) se observa que hay 70 puntos de agua situados en una estrecha banda que corresponde, precisamente, a la dirección de plegamiento de la Cordillera. (Recordemos que esa dirección es también la que presnetan los límites entre los tres grandes conjuntos de las Cordilleras Béticas: Prebético, Subbético y Bético s. str.).

— Por otra parte, y todavía con mayor claridad, se encuentran importantes alineaciones de dirección N 30-40° W. Sirvan como ejemplo las líneas que unen aproximadamente Ciudad Real con Almería, con 35 surgencias, o Jaén con Albuñol (con más de 50), sensiblemente paralelas entre sí.

Esta dirección N 30-40° W corresponde a las fracturas de desgarre, transversas a la dirección de plegamiento de las Cordilleras Béticas, cuya actividad parece ser muy reciente: FOUCAULT (1971) y GARCÍA-ROSSELL (1973) suponen que la falla de Tís-car, en la provincia de Jaén, ha actuado después del Plioceno; también LHENAFF (1967) cita materiales plio-cuaternarios afectados por fracturas de la misma dirección en el borde occidental de Sierra Nevada.

III. 2.—Distribución de las facies hidroquímicas. Su relación espacial con las Temperaturas y Caudales.

También la distribución de facies hidroquímicas parece indicar un importante control geológico, especialmente tectónico.

Se aprecia en este sentido una mayor frecuencia de las facies sulfatadas y cloruradas en las Zonas Internas (Zona Bética s. str.), y a lo sumo en sectores próximos a su contacto tectónico con las Zonas Externas (Zona Subbética).

La facies bicarbonatada muestra una distribución mucho más irregular aunque su predominio corresponde a las Zonas Externas (Prebético y Subbético) y a otros ámbitos geológicos (Meseta y Cordillera Ibérica). Esto parece indicar, por tanto, una distribución de facies acorde con la dirección de plegamiento y con la distribución de los grandes conjuntos de las Cordilleras Béticas.

Asimismo, en estas zonas meridionales se encuentran con mayor frecuencia temperaturas elevadas: Al-1 (45°), Al-2 (60°), Al-6 (45°), Al-9 (53°), MU-2 (44°) MU-3 (52°), MU-7 (45°), G-14 (38°), G-21 (44°), G-23 (49°), etc.

Aunque los datos de caudales sólo son fidedignos en algunos manantiales, hasta ahora éstos suelen ser mayores en la zona meridional, precisamente en las facies cloruradas y sulfatadas, y coincidiendo a su vez con las surgencias de mayor temperatura.

Todo parece indicar, pues, que las surgencias de las aguas termales están ligadas en esta región a estructuras de carácter regional y no a condiciones locales: las anomalías térmicas positivas se localizan en la zona del contacto tectónico del Bético s. str. con el Subbético y a la de éste con el Prebético (dirección N 60° 70° E, así como a fracturas transversas a los mismos (dirección N 30°-40° W).

El primer tipo de estructuras parece controlar la distribución de las facies hidroquímicas, y el segundo la mayor frecuencia de las surgencias. Ello induce a suponer, como hipótesis previa a comprobar, que las citadas fracturas transversas sólo ofrecen un camino de salida para las aguas termales mientras que las Unidades estructurales de la Cordillera parecen controlar de algún modo su composición química y temperatura.

La asociación de estas últimas direcciones con los límites propuestos recientemente para la subplaca de Alborán (ANDRIEUX, FONTBOTE et MATTAUER, 1971) es muy sugestiva, pero ésta es una cuestión que precisa de mayor bagaje de datos que los actuales. De todas formas, no debe olvidarse que la provincia de Cádiz muestra un número relativamente considerable de surgencias de aguas termales, aún en las zonas más externas; también conviene resaltar el gran número de surgencias situadas en el borde meridional de los macizos cristalinos de la Zona Bética, a lo largo de la línea costera que va desde Almería hasta Málaga, y que configuran una importante anomalía térmica regional, cuya significación geológica, es, obviamente, de gran interés.

III. 3.—Relación del termalismo con algunos tipos de yacimientos minerales.

Es notable la asociación espacial entre ambos. Así lo hemos constatado en diversidad de ocasiones: los importantes yacimientos de Celestina de Monte Vives (provincia de Granada) se encuentran junto a las Termas de la Malahá (G-24); los yacimientos de Fluorita son frecuentes en el Dominio Alpujárride (Zonas Internas de la Cordillera Bética), donde no lo son menos las surgencias termales; los importantes yacimientos de óxidos y carbonatos de hierro, del Conjuero, también en el Dominio Alpujárride, están muy próximos a la surgencia termal de los Baños de La Salud o del Piojo (G-4), y a otras fuentes ferruginosas, aunque no termales en la surgencia (Fuente Agria de Pórtugos por ejemplo). Por no hacer demasiado larga esta relación, basta reseñar que en la misma situación geológica aparecen con cierta frecuencia yacimientos de Mercurio, Cobre, Cobalto, Zinc y Plomo. Esto, unido a la presencia de estos cationes en las aguas termales, parece revelar algún tipo de relación causa-efecto entre ambos hechos.—

Los campos geotérmicos que ciertamente han englobado (y aún engloban parcialmente), algunas formaciones carbonatadas (calizas y dolomías del Trias alpino, por ejemplo, en las zonas Internas) pueden haber condicionado de alguna manera los procesos que originaron las mineralizaciones citadas. En algunos casos pudieron ser los portadores de iones mineralizantes y en otros su acción pudo limitarse a favorecer una redistribución geoquímica de ciertos elementos, que se concentraron en determinados puntos. La mineralización antes citada de Monte Vives y algunas otras similares tal vez reconozcan este origen. En el caso concreto del hierro, ya se ha sugerido tal posibilidad en otros puntos (Mapa Geológico Nacional, a escala 1:50.000 hoja núm. 836, Mestanza) en vista de la asociación constante entre mineralizaciones recientes de hierro y fuentes aciduladas ferruginosas.

De todas formas, limitar esta cuestión a la acción de las aguas termales sobre sedimentos ya consolidados puede ser incorrecto e incompleto, ya que parece evidente la existencia de aquéllas durante la sedimentación de formaciones terciarias postorogénicas, en las cuencas intramontañosas del ámbito bético. Ello supone un considerable aporte de sales a cuencas aisladas o, al menos, de precaria comunicación con el mar abierto (GONZÁLEZ DONOSO, 1968), lo cual puede traducirse en depósitos sedi-

mentarios circunscritos a los focos de emisión de aguas termales. Así, por ejemplo, los depósitos de sales sódicas de la Malahá, en la provincia de Granada, están situados en conexión espacial con las termas del mismo nombre. Ello está de acuerdo con hechos similares observados en la actualidad en el Mar Rojo y con lo que, además, puede deducirse teóricamente al considerar los sistemas formados por $\text{ClNa-SO}_4\text{Ca}$, ClK y ClMg , todos ellos presentes en las aguas termales (BRAITSCHE, 1971).

III. 4.—Relación del termalismo con la génesis de tobas y travertinos.

Es bien conocido el depósito actual de carbonato cálcico a partir de manantiales termales. En efecto así lo hemos podido observar en numerosos puntos.

Pero debemos señalar aquí que la evidente asociación geográfica entre muchos de los manantiales termales inventariados con otras tantas formaciones travertínicas parece mostrar un carácter de exclusividad, en el sentido de no existir ningún depósito de tobas desconectado de fuentes termales. La inversa no se cumple siempre pues hay manantiales termales que no llevan asociados ningún depósito de tobas.

En la bibliografía consultada se comprueba el mismo hecho en muchos casos y en regiones distantes, lo cual induce a pensar en una relación genética.

BIBLIOGRAFIA

Dado que en la presente nota sólo se ha pretendido hacer una primera recopilación y puesta al día de lo concerniente al termalismo en la mitad meridional de España, creemos que la relación bibliográfica debe comprender preferentemente trabajos de carácter descriptivo, aunque sean muy antiguos e incluso no poseamos, sobre algunos de ellos, referencias muy precisas.

Con ello no intentamos ofrecer una relación pretendidamente erudita, sino una importante fuente de datos distanciados en el tiempo lo suficiente como para llegar a establecer en muchos casos algún tipo de evolución de las surgencias termales: variaciones de las temperaturas, de los caudales, de la composición química, etc.

- ABELLÁN, A.: "Disertación de las aguas termales de Almería" (1972).
- ANDRIEUX, J.; FONTBOTE, J. M. et MATTAUER, M.: "Sur un modèle explicatif del l'arc de Gibraltar". *Earth Planetary Sci. Letters*; v. 12; núm. 2, págs. 191-198 (1971).
- ANÓNIMO: "Catastro de Ensenada"; respuesta a la pregunta 22 (Resumen). Cubina 214, legajo 10, núm. 511 *De la Real Chancillería* (1752).
- ANÓNIMO: "Estado de los establecimientos balnearios oficiales". *Gaceta de Madrid*, de 21 de abril de 1890.
- ANÓNIMO: "Guía balnearia de 1944" *Dirección de Turismo Público*. Madrid (1944).
- ANÓNIMO: "Balnearios y aguas naturales de España". *Noticiario Turístico*; suplemento 245. Madrid (1968).
- AUBÁN, C.: "Tratado de las aguas minero-medicinales" (1859).
- AYUDA, J.: "Examen de las aguas medicinales de más nombre que hay en las Andalucías". Guadix (Granada) (1793-98).
- BAUTISTA, J.: "Disertación físico química y análisis de las aguas de Sierra Alhambilla, en el Reino de Granada", Almería (1822).
- BOTELLA, F.: "Monografía de las aguas minerales y termales de España". Madrid (1892).
- BRAITTSCH, O.: "Salt Deposits. Their origin and composition". Edit. *Springer Verlag*: Nueva York (1971).
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: "Datos, planos y antecedentes para la formación del plano geológico-minero industrial del término municipal de Villaharta (Córdoba)" (1945).
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: "Nota sobre los veneros minero-medicinales de Fuencaiente (Ciudad Real)". *Not. Com.*, I. G. M. E., núm. 16 (1946).
- CARRETERO, M.: "Censo general de las aguas minerales de España". Madrid (1876).
- CASTELLS, R.: "Estudio medico-químico de las Termas de Fuencaiente" (1904).
- CHAMORRO MUÑOZ, L.; IZQUIERDO, E., y LÓPEZ, J.: "Estudio hidrogeológico de la zona del Temple (Granada)". *Trabajos del Laboratorio de Hidrogeología*. *Universidad de Granada* (inédito) (1970).
- COSTA, J. L.: "Anuario-guía general de los Balnearios y aguas de España y Mediodía de Francia" (1906).
- CRUZ-SANJULIÁN, J., y GARCÍA-ROSSELL, L.: "Características hidrogeológicas del sector del Jabacón (provincia de Granada)" *Bol. Geol. Min.*, t. LXXXIII-I, páginas 68-80 (1972).
- CRUZ-SANJULIÁN, J.; GARCÍA-ROSSELL, L., y GARRIDO-BLASCO, J.: "Aguas termales de la provincia de Granada". *Bol. Geol. Min.*, t. LXXXIII-III, págs. 266-275, 5 fig., 1 plano (1972).
- DÍAZ DE BERRICANO, I.: "Posibilidades de Investigación de recursos geotérmicos en el Sureste de España". *IV Jornadas Nacionales y II Internacionales minero-metalúrgicas de Cartagena*. III. A; págs. 431-447 (1971).
- FOUCAULT, A.: "Etude géologique des environs des sources du Guadalquivir (prov. de Jaén et de Grenade)". *Thèse de Doctorat, Univ. Paris*, 2 vol., 633 pág. (1971).
- GARBO Y DE ELOY, N.: "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del Extranjero". Barcelona (1899).
- GARCÍA CABALLERO: "Algunas consideraciones acerca de las aguas minero-medicinales españolas y en particular referidas a Granada". Tesis Doctoral, Universidad de Granada (1972).
- GARCÍA LÓPEZ, A.: "Mapa Balneario de España". Madrid (1867).
- GARCÍA-ROSSELL, L.: "Itinerario hidrogeológico número (2.1.12) Granada-Padul-Dúrcal". *Lab. de Hidrogeología*. *Universidad de Granada* (1967).
- GÓMEZ DE BEDOYA, P.: "Historia Universal de las Fuentes Minerales de España". Santiago de Compostela (1750-64).
- GONZÁLEZ CRESPO, M.: "Memoria sobre las aguas minero-medicinales de Almería o Sierra Alhambilla: termo-salinas-sulfatadas". Madrid (1940-42).
- GONZÁLEZ DONOSO, J. M.: "Estudio geológico de la Depresión de Granada". Tesis, Fac. Ciencias, Univ. Granada, inédita (1967).
- HAUSER: "Nuevas investigaciones sobre la relación entre la evolución y la estructura geológica de la península Ibérica y las aguas minerales". *Bol. de la Real Soc. Esp. Hist. Natural*; t-2, págs. 61-62 (1902).
- HERNÁNDEZ PACHECO, E.: "Contribución al estudio de las aguas juveniles y a la hidrogeología de la Península Hispánica". *Congr. Luso-Hisp.*, págs. 407-420 Lisboa (1947).
- HERNÁNDEZ PACHECO, E.: "Geotectónica del manantial minero-medicinal de Alanje (Badajoz)". *Rev. Las Ciencias*, año XIX, núm. 1. Madrid (1947).
- HERNÁNDEZ RAMÍREZ, R., y CAÑADAS MERCADO, M.: "Estudio hidrogeológico del Complejo La Malahá-Montevives (Granada)". *Trabajos del Lab. de Hidrogeología*. *Universidad de Granada* (Inédito). (1969).

- JULIVERT, M.; FONTSOTE, J. M.; RIVEIRO, A., y CONDE, L.: "Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares contribución al Mapa Tectónico de Europa de la Comisión Nacional de Geología de España y de la Direcção de Minas e Serviços Geológicos de Portugal)", IGME (1972).
- LABAT, A.: "Climat et eaux minerales d'Espagne". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t-1, pág. 278 (1901).
- LIMÓN MONTERO, A.: "Espejo cristalino de las aguas de España". Alcalá-Madrid (1647).
- LINN, T.: "The health springs of Europa. A medical guide to the mineral springs of Europe". *London H. Kimpton*, 330 pgs., 13 vignettes, mapa (5.ª ed., 1897, New York, D. Appleton and Co 323 pgs.) (1893).
- LÓPEZ DE AZCONA, J. M.: "Composición elemental por métodos espectrales de aguas medicinales de la Península Ibérica, núm. 1". *Not. Com. IGME*, 17, págs. 233-243, 1 mapa (1947).
- LÓPEZ DE AZCONA, J. M.: "Spectrographic study of the elemental composition of medicinal waters of the spanish peninsula". *Not. Com. IGME*, 17, págs. 3-8, 1 mapa (también en 1948 *Chem abs.*, V. 42, pág. 2039.) (1947).
- LÓPEZ DE AZCONA, J. M.: "Aguas minerales y termales de España (Contribución al Mineral and Thermal waters of the world)". Escala 1:7.500.000. *Congreso Geológico Internacional de Praga*, tomo A (1969).
- LÓPEZ DE AZCONA, J. M.: "Memoria histórica de las aguas minero-medicinales de Sierra Alhamilla". Informe privado. Inédito (1971).
- MADOZ, P. "Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones en Ultramar", Art. "Alicun de Ortega" (2.ª edc.), T-II, págs. 7-8. Madrid (1847).
- MÉDICOS DIRECTORES DE BAÑOS: "Reseña de los principales balnearios de España". Libro dedicado a los miembros del XIV Congreso Internacional de Medicina, 332 págs., 30 ilust. (1903).
- MESA, A. DE: "Reconocimiento hidrológico del Valle del Guadalquivir". Junta General de Estadística (1864).
- MESA, A. DE: "Monografía de las aguas acídulo-alcalino ferruginosas de Puertollano". Cuidado Real. IV+99 páginas (1865).
- MIGUEL Y PAREDES, E., y MARTÍNEZ CARRILLO, F.: "Guía oficial de las aguas minero-medicinales y establecimientos balnearios de España" (1911).
- MONTELLS y NADAL, F.: "Análisis químicos de las aguas minerales de la provincia de Granada y Almería". Granada (1857).
- MUÑOZ DEL CASTILLO, J.: "Yacimientos y manantiales radioactivos de España". *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, vol. VI, págs. 84-93 (1906).
- ORTI SERRANO, C.: "Distribución geológica de los manantiales minero-medicinales de España". *Congreso Luso-Español de Hidrología*; 1st. (Lisboa), Actas, págs. 405-406 (1947).
- PERALES, J.: "Monografía de las aguas minerales de Granada"
- PERALES, J.: "Monografía de las aguas minerales de Alhama de Granada".
- PÉREZ y JIMÉNEZ, N.: "Memoria de las Termas de Fuen-caliente". Madrid, 11 págs. (1912).
- ROSENDO y BALLESPÍ: "Riqueza hidrológica y climatológica de España". Madrid (1913).
- RUBIO, A.: "Tratado completo de las fuentes minerales de España". Madrid (1853).
- RUBIO, J. M.: "Notas de hidrología subterránea en la provincia de Almería". *Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, pág. 282 (1919).
- SÁEZ DE TEJADA, M.: "Memoria topográfica físico-química y medicinal de las aguas termo-minerales de Sierra Alhamilla en la provincia de Almería". Córdoba (1876).
- SAN ROMÁN y ROUYER, J.: "Hidrología Médica". Barcelona y Buenos Aires (1945).
- SÁNCHEZ LOZANO, R.: "La tectónica general en relación con las aguas minero-medicinales". *Bol. Geol. Min.*, T-XXXIV, págs. 295-306 (1913).
- SOLSONA, J. B.: "Disertación físico-química y análisis de las aguas de Sierra Alhamilla en el Reino de Granada". Almería (1822).
- SOLSONA, J. B. "Examen de las aguas medicinales que se hallan en el Reino de Granada". Publicado en Almería. (1824).
- STRINATI, P.: "Une grotte chaude près d'Alhame de Murcia". *Speleon*, T-IV, núm. 2, págs. 95-104 (1953).
- TOMÁS, C.: "Historia, clasificación y virtudes de las aguas minerales" (1811).
- TORRES, J.: "Memoria sobre las aguas medicinales de los Hervideros de Fuensanta". Madrid, 73 págs. (1821).
- TORRES VILLAGAS, F. S.: "Mapa Balneario de España. Escala, 1:3.750.000". Madrid (1852).
- VILLAESCUSA, J.: "Monografía y baños minerales de Alandje". Lección V. Madrid (1850).
- ZAPATERO, M.: "Memoria sobre las aguas minerales de los Hervideros de Fuensanta" (1859).
- ZAPATERO, M.: "Guía oficial de Establecimientos Balnearios y Aguas medicinales de España". (R. O. 28 de agosto de 1926), S. A. Editorial y de Publicidad Rudolf Mosse (1927).

Recibido: Marzo 1975.