

## ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES MANANTIALES MINERO-MEDICINALES DE LA PROVINCIA DE JAEN

I. Consideraciones Generales, manantiales con mineralización superior a 1.500 mg/litro.

C. LOPEZ ROMERO, I. SAURA VILCHEZ y M. DELGADO RODRIGUEZ

### RESUMEN

Se describe una síntesis geológica y edáfica de la provincia de Jaén, así como la localización y toma de muestra de los manantiales de la provincia, que presentan una mineralización superior a los 1.500 mg/litro y al conocer la composición química buscar su relación con los distintos materiales que atraviesa en su ciclo hidrológico, así como las posibles aplicaciones terapéuticas según su composición.

### SUMMARY

It has been described a geologic and edaphic synthesis of the province of Jaén (Spain) as well as a location and sampling of the sources with a mineralisation higher than 1500 mg/l. On the other hand, a relation between the materials involved in the hydrological cycle of these sources with their chemical compositions and their therapeutic applications are also accomplished.

Las aguas minero-medicinales, junto a las aguas de mesa embotelladas constituyen un recurso hídrico muy codiciado y están llamadas a ocupar un lugar importante en los países desarrollados; en éstos, al tiempo que aumenta el nivel de vida son más acuciantes y graves los problemas de contaminación y polución, y más selectiva es la demanda de calidad del agua para el consumo humano. Por otra parte, las grandes ciudades requieren volúmenes cada vez ma-

tores, y no siempre pueden disponer de la más recomendable para bebida, por lo que el consumo de aguas embotelladas procedentes de manantiales minero-medicinales se ve incrementado.

Por estos razonamientos es por lo que iniciamos el estudio de los manantiales minero-medicinales de Jaén, ya que anteriormente, hemos estudiado las aguas minero-medicinales de Granada y Málaga, y es nuestro objetivo hacer el estudio completo de Andalucía Oriental.

Como aguas termales se comprenden aguas con orígenes muy diferentes y con propiedades físicas, químicas y físico-químicas distintas, y se incluyen en ellas las minero-medicinales y las llamadas de mesa.

El Código Alimentario Español es más concreto y define a las aguas minero-medicinales o simplemente minerales, a las aguas de origen natural y pureza microbiológica que tengan propiedades características, en razón de las cuales haya sido declarada su explotación de utilidad pública.

En este trabajo hemos estudiado tanto los manantiales que están declarados de utilidad pública y en explotación, como aquellos en los que existe una tradición de uso con fines curativos.

El agua en su ciclo hidrológico, a su paso por el suelo y el subsuelo disuelve distintos componentes de los mismos y adquiere su composición propia, que le dará unas características especiales, así como será la responsable de sus posibles aplicaciones. Es por esto que los pasos que hemos seguido en el estudio de las muestras han sido; análisis químico y físico-químico, relación del agua con los materiales geológicos y edáficos y buscar las posibles aplicaciones terapéuticas.

Para la localización de los distintos manantiales, pedimos información a la Jefatura Provincial de Sanidad de la provincia de Jaén, acerca de los manantiales minero-medicinales existentes, recogiendo un total de 19 muestras. La localización geográfica de las muestras está representada en el mapa n.º 1.

Para poder relacionar la composición de las aguas con los materiales de que proceden, hay que conocer previamente la geología y edafología de la zona.

## SINTESIS GEOLOGICA

Se ha realizado a partir de los mapas geológicos y memorias explicativas, escala 1:200.000 del I.G.M.E. de referencias 70-Linares, 77-Jaén, 71-Villacarrillo y 78-Baza, y también se ha tomado del mapa tectónico de la península Ibérica y Baleares y su memoria explicativa del I.G.M.E.

Los terrenos que afloran en la provincia de Jaén se pueden agrupar del punto de vista estructural en las siguientes unidades:

A.—*Terrenos Paleozoicos*: Ocupan la parte norte de la provincia. Los materiales son sedimentos detríticos con diversos tipos y grados de metamorfismo y materiales de origen ígneo.

Las rocas que afloran son areniscas y pizarras de edad Devónica, y pizarras, areniscas y grauwacas de edad carbonífera, las grauwacas alternan con hulla en las partes superiores de la serie. En la serie de Centroibérica aparecen cuarcitas y pizarras.

B.—*Terrenos de cobertura Mesozoica*. Es una estrecha franja en la mitad norte. Las edades van del Trias al Cretáceo, y las litologías son areniscas, arcillas y margas con algún paquete de calizas.

C.—*Terrenos secundarios y terciarios afectados por la orógena alpina*: En ellas se dividen varias zonas:

- 1.—*Zona prebética* ocupa la parte más oriental, representada por la Sierra de Cazorla, está constituida por materiales de facies marina con edades del Trias al Mioceno siendo margas, areniscas, margocalizas, calizas, dolomias, arenas y molasas del Mioceno.
- 2.—*Zona Subbética*: Ubicada en la mitad sur. Las series que afloran son las externas y medias, con edades que abarcan del Trias al Mioceno y litología de calizas, dolomias, margocalizas, margas y algunos episodios detríticos en los tramos miocénicos.
- 3.—*Depresión del Guadalquivir*: Aparecen en el centro de la provincia, coexistiendo con materiales postorogénicos. Presenta una serie con un mesozoico muy reducido y un mioceno inferior de facies marinas y litología margosa y detrítica fina. Sobre esta serie cabalgaron materiales más meridionales de naturaleza carbonatada.

D.—*Terrenos postorogénicos*: Afloran en toda la provincia con edades que van del Mioceno a nuestros días. Los tramos miocénicos más antiguos se depositan en ambiente marino, después la sedimen-

tación se hace continental al retirarse las aguas, existiendo ahora solamente a pie de monte y en las llanuras fluviales.

En los niveles más bajos los depósitos son de margas y limos con algún episodio carbonatado y en las demás edades los depósitos son de naturaleza detrítica, conglomerados, arenas, arcillas...

## SINTESIS EDAFICA

Dadas las variadas litologías y diferentes tipos de clima, aparecen muchos tipos de suelos.

Vamos a discutir los suelos existentes en las zonas donde se ubican las muestras estudiadas, así en Jablacuz dominan los Regosoles calcáreos, con pequeños puntos de Mollisoles (manantial n.º 1) Fluvisoles y Luvisoles. Aguilar (1979).

En la zona de Sta. Elena dominan las Rendsinas con manchas muy pequeñas de Cambisoles y Litosoles. En Guarromán existe una asociación de Luvisoles crómicos, Cambisoles eútricos y Regosoles calcáreos.

Canena presenta una tipología de suelos muy variada, existen Luvisoles, Fluvisoles, Rogosoles y Vertisoles, alternando todos en pequeñas extensiones. En Marmolejo existen fundamentalmente Rendsinas con muy pequeñas manchas de Fluvisoles, Vertisoles, y Luvisoles.

La zona de Alcalá la Real (La Ribera y Fuente Alamo) está dominada por Regosoles calcáreos en asociación con los cuales se encuentran algunos Litosoles y Luvisoles y más escasos Fluvisoles.

Más detalles de la tipología de estos suelos pueden consultarse en Barahona, E. (1977).

La representación gráfica de los análisis efectuados, está hecha atendiendo a los elementos mayoritarios, y basada en el diagrama de Tichel, en el que figuran los miliequivalentes reducidos a tanto por ciento. En este diagrama existen 6 ejes, en los cuales dos están destinados a cationes: % de Calcio más magnesio; y % de sodio más potasio, respecto al total de cationes, y 3 a aniones, % de carbonatos más bicarbonatos, % de sulfatos y % de cloruros, éstos respecto al total de aniones, y el último, está destinado para la concentración, expresando ésta el total de meq/litro.

Una vez tomadas las muestras, y realizados los análisis pertinentes a pie de manantial, fueron transportados al laboratorio, y

completado su análisis, una vez conocida la composición las clasificamos en dos grupos atendiendo a su mineralización I, con, mineralización superior a 1.500 mg/l.; II, con mineralización inferior a 1.500 mg/l. En este trabajo vamos a estudiar las primeras.

## RESULTADOS ANALITICOS

### *Muestra n.º 1*

Corresponde a los Baños de Jerez en Jabalruz, está situado en la carretera de Jaén a Los Villares (Sierra de Jabalruz) al otro lado del Balneario, por debajo de éste. La toma se hizo en una piscina en donde sale el agua por un caño de hierro. El nacimiento se encuentra a dos metros del lugar de la toma.

El mapa geológico de la zona es el mapa n.º 2.

Esta agua según el Código alimentario se clasifica como: a) de mineralización media; b) hipotermal, c) sulfatada bicarbonatada, alcalinotérrica, variedad litínica, d) químicamente no potable.

### *Muestra n.º 2*

Situado en la Sierra de Jabalruz, (carretera de Jaén-Los Villares). La toma se hizo en el mismo manantial, está cubierto por obra y pertenece al balneario. Se usa para baños y estaba en explotación como Balnearios. La localización geográfica y el mapa geológico están en el mapa n.º 1.

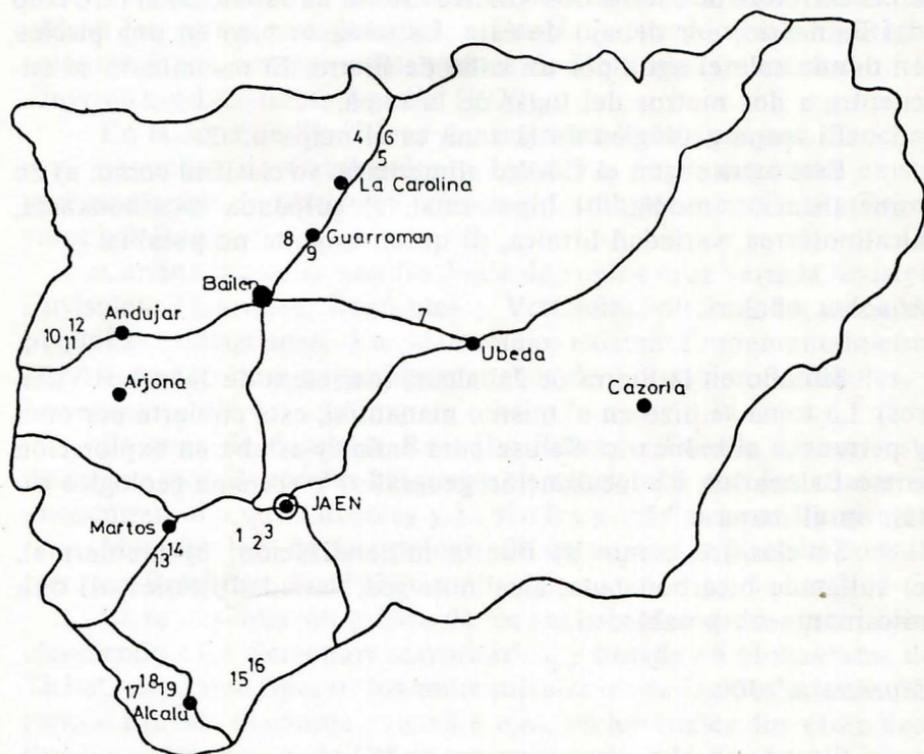
Se clasifica como: a) Fuerte mineralización; b) hipotermal; c) sulfatada bicarbonatada, alcalinotérrica, variedad litínica, d) químicamente no potable.

### *Muestra n.º 10*

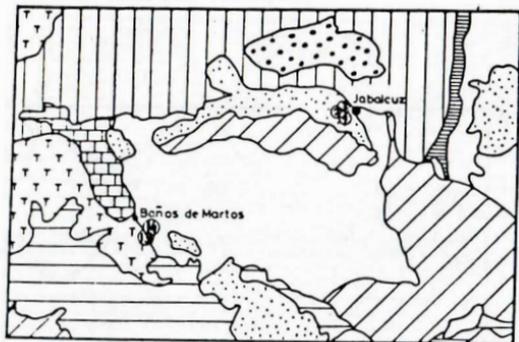
Situado en el margen derecho de la carretera de Bailén a Córdoba (Término municipal de Andújar) en el pueblo de Marmolejo. La toma se hizo en el mismo manantial, que nace debajo del cauce del río Guadalquivir. Declarado de utilidad pública y en explotación actualmente como «manantial de buena esperanza». El mapa geológico corresponde con el n.º 3.

## MAPA 1

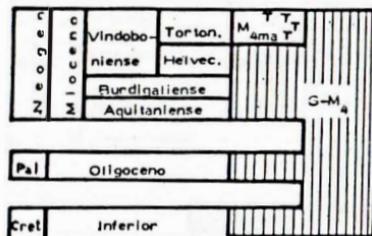
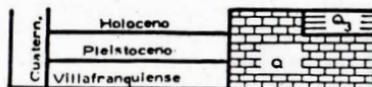
## LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



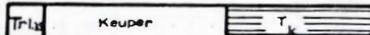
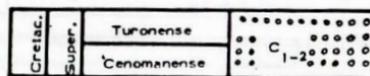
MAPA GEOLOGICO



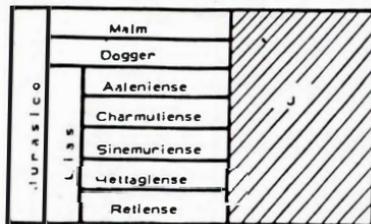
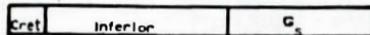
- 1- BAÑOS JEREZ (JABALRUZ)
- 2- BALNEARIO DE JABALRUZ
- 3- CUEVA (JABALRUZ)
- 13 - CUEVA DE MARTOS
- 14 - FUENTE DE MARTOS



PREBETICO

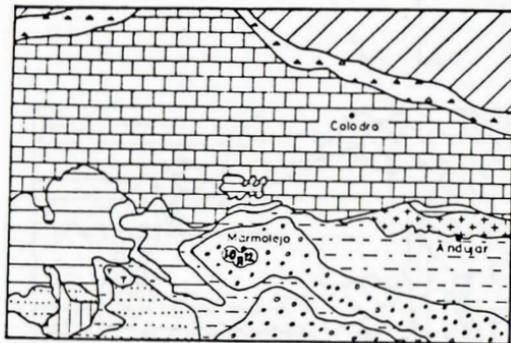


SUBBETICO



## MAPA 3

MAPA GEOLOGICO

Q<sub>4</sub> - Plé de monteQ<sub>3</sub> - Aluviales

PL - Q - Rañas

PL - Arenas graníticas, conglomerados, arcillas y limos

M<sub>3c</sub> - Margas, areniscas y calizas arenosas

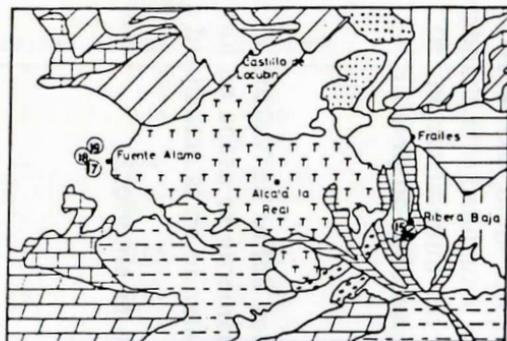
M - Arenas, arcillas y calizas

T<sub>B</sub> - Conglomerados, areniscas, arenas y arcillasH<sub>1c</sub> - (Indiferenciado)H<sub>1x</sub> - Pizarras mosqueadas y corneanas

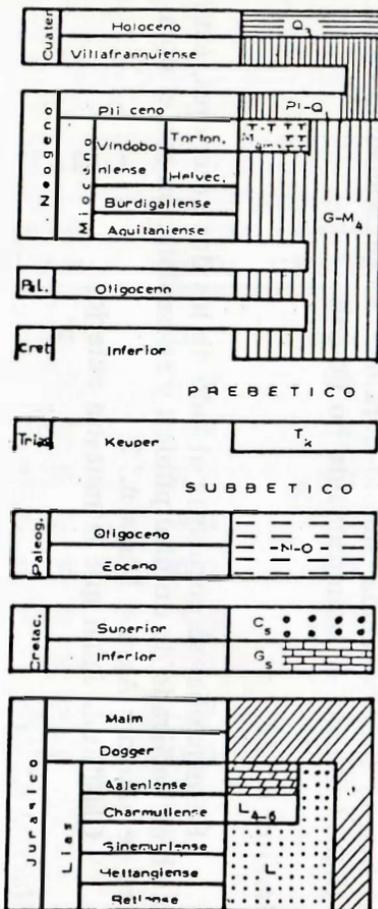
T - Granito

- 10 - BUENA ESPERANZA (Marmolejo)  
 11 - SAN LUIS (Marmolejo)  
 12 - FUENTE AGRIA (Marmolejo)

MAPA GEOLOGICO



- 15 - LA RIBERA (Caño)
- 16 - LA RIBERA (Fuente)
- 17 - FUENTE ALAMO (Caño sulfuroso)
- 18 - FUENTE ALAMO (Caño grande)
- 19 - FUENTE ALAMO (Caño chico)



Q<sub>3</sub> - Aluvial

Pl-Q<sub>1</sub> - Conglomerados, arenas y arcillas

M<sub>4</sub> - Areniscas, margas y calizas molásicas

G-M<sub>4</sub> - (Indiferenciado)

T<sub>k</sub> - Margas abigarradas y yesos

N-O - (Indiferenciado)

C<sub>3</sub> - Margocalizas y calizas

G<sub>3</sub> - Margas y margocalizas

J - Calizas, margas y margocalizas

L<sub>4-6</sub> - Margas y calizas margosas

L - Dolomitas, calizas y margas

MAPA 4

Se clasifica como: a) De fuerte mineralización; b) fría; c) Bicarbonatada sulfatada clorurada, alcalino, alcalinotérrea, variedad litínica; d) químicamente no potable.

#### *Muestra n.º 11*

Situado en el margen derecho de la carretera de Bailén a Córdoba (Término de Andújar). la toma se hizo en el mismo manantial, que nace igual que el anterior, debajo del cauce del río Guadalquivir. Declarado de utilidad pública y en explotación con el nombre de «Manantial de San Luis». Mapa n.º 3.

Según el Código Alimentario es: a) de fuerte mineralización; b) fría; c) Bicarbonatada, sulfato-clorurada, alcalino-alcalinotérrea, variedad litínico; d) químicamente no potable.

#### *Muestra n.º 12*

El manantial se encuentra al lado de los dos anteriores, está también declarado de utilidad pública y en explotación con el nombre de «Fuente Agria». Mapa n.º 3.

Clasificada igual que la muestra anterior.

#### *Muestra n.º 13*

Situada en los llamados Baños de Martos. El manantial está en una cueva, el agua brota del suelo, usándose antiguamente para baños contra el reuma. En la actualidad está abandonado. Mapa n.º 2.

Clasificación: a) Fuerte mineralización; b) Fría; c) Cloruro sulfurada sódica; d) químicamente no potable.

#### *Muestra n.º 14*

Situado también en los Baños de Martos, el agua brota por el caño de una fuente, antiguamente se usaba en forma de baños para enfermedades de la piel, estando en la actualidad abandonado. Mapa n.º 2.

La clasificamos como la anterior.

TABLA 1

Muestra	Caudal l/seg.	T <sup>a</sup> Ambiente	T <sup>a</sup> Agua	pH	Conduct. $\Omega^{-1}/\text{cm.}$	Mat. mg/CO <sub>2</sub>	Radiact. X10 <sup>-12</sup> Ci	O <sub>2</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	SH <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>3</sub> mg/l
1	0,16	15	25	7,3	1,600	10,10	29,61	6,00	33,12	0,00	0
2	Indet.	14	30	6,8	2,150	10,84	5,58	4,30	17,59	-	-
10	0,05	12	15	7,1	2,050	15,04	1,06	6,10	394,04	-	-
11	0,05	12	14	7,5	2,280	10,52	5,16	2,80	678,57	-	-
12	0,05	12	15	7,1	2,370	9,94	0,54	3,80	567,10	-	-
13	Indet.	15	20	6,4	2,300	10,27	1,03	1,70	22,48	3,44	1,10
14	0,96	15	20	6,5	4,500	7,31	3,17	0,10	8,79	3,75	1,27
17	0,25	14,5	14,5	7,1	3,550	33,61	13,80	2,00	24,29	1,17	-
18	1,00	14,5	14,5	7,2	2,750	37,89	3,53	3,53	20,35	-	-
19	1,00	14,5	14,5	7,1	2,830	33,12	2,38	4,70	15,10	-	-

TABLA 2 mg/litro

Muestras	Li	Na	K	Mg	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Al	Sr	Total
1	0,80	11,60	0,80	48,00	406,00	-	-	Tr	-	Tr	7,50	474,88
2	1,00	12,90	1,00	124,00	381,00	-	-	0,10	-	Tr	6,30	526,30
10	0,49	352,00	18,40	122,16	41,45	1,00	0,15	0,15	-	Tr	-	535,80
11	0,66	456,00	15,50	152,00	21,90	-	0,20	0,10	-	Tr	-	646,36
12	0,62	336,60	15,40	150,00	91,15	-	0,10	0,20	-	Tr	1,40	594,87
13	0,35	321,00	8,18	76,00	183,50	-	0,10	Tr	-	-	2,50	591,63
14	0,88	730,00	13,10	130,00	250,50	-	-	-	-	0,12	4,60	1.129,41
17	0,78	445,00	30,10	162,00	179,00	-	-	0,10	-	-	3,90	838,79
18	0,72	242,88	28,50	174,00	223,40	-	-	0,10	0,08	Tr	3,90	673,08
19	0,72	265,88	27,50	166,00	235,40	-	-	Tr	-	Tr	3,90	699,40

TABLA 3 mg/litro

Muestra	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	S <sup>=</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	OH <sup>-</sup>	SiO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Total
1	-	66,49	873,06	-	-	9,70	0,03	13,11	0,80	0,05	-	56,53	11,70	1.031,19
2	-	312,32	1.117,44	-	-	8,50	0,02	11,47	1,36	0,06	-	50,00	11,70	1.512,87
10	-	1.038,83	267,54	-	-	7,25	0,03	149,20	0,10	0,02	-	52,44	6,50	1.516,91
11	-	1.396,00	156,51	-	-	-	0,02	127,05	0,05	-	-	147,44	5,07	1.832,14
12	-	1.132,16	247,20	-	-	-	0,02	147,54	0,05	0,03	-	128,44	6,90	1.662,34
13	-	240,67	591,84	3,55	-	Tr	0,02	340,16	0,96	0,03	-	117,00	11,20	1.305,43
14	-	206,05	1.021,17	3,87	-	9,7	0,02	942,63	1,36	0,01	-	117,00	10,70	2.312,51
17	-	465,69	1.010,88	3,10	-	0,30	0,03	409,84	2,48	0,01	-	119,32	1,70	2.013,35
18	-	329,40	1.133,83	-	-	0,65	0,02	222,54	2,01	0,01	-	79,04	1,95	1.769,55
19	-	387,96	1.110,47	-	-	-	0,03	229,10	2,33	Tr	-	81,32	1,70	1.812,91

TABLA 4 meq/litro

Muestra	Li	Na	K	Mg	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Al	Sr	Total
1	0,11	0,50	0,02	3,94	17,66	-	-	-	-	-	0,17	22,40
2	0,14	0,56	0,02	10,20	19,01	-	-	-	-	-	0,14	30,07
10	0,07	13,31	0,47	10,18	2,06	0,03	-	-	-	-	-	28,12
11	0,09	19,83	0,39	12,50	1,09	-	0,01	-	-	-	-	33,91
12	0,08	14,61	0,39	12,33	4,54	-	-	-	-	-	0,03	31,98
13	0,05	13,96	0,20	6,25	9,15	-	-	-	-	-	0,05	29,66
14	0,12	31,77	0,33	10,69	12,47	-	-	-	-	0,01	0,10	55,49
17	0,11	19,35	0,76	13,32	9,83	-	-	-	-	-	0,08	43,45
18	0,10	10,56	0,72	14,31	11,17	-	-	-	-	-	0,08	36,94
19	0,10	11,56	0,70	13,65	11,77	-	-	-	-	-	0,08	37,86

TABLA 5 meq/litro

Muestra	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	S <sup>=</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	OH <sup>-</sup>	Si <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>=</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Total
1	-	1,09	19,20	-	-	0,15	-	0,36	0,01	-	-	1,47	0,36	22,64
2	-	5,12	23,27	-	-	0,13	-	0,32	0,01	-	-	1,31	0,36	30,53
10	-	17,03	5,46	-	-	0,11	-	4,12	-	-	-	1,38	0,20	28,30
11	-	22,90	3,25	-	-	-	-	3,58	-	-	-	3,88	0,16	33,77
12	-	18,56	5,15	-	-	-	-	4,16	-	-	-	3,38	0,21	31,46
13	-	3,94	12,33	0,22	-	-	-	9,59	0,01	-	-	3,07	0,35	29,51
14	-	3,37	21,26	0,24	-	0,15	-	26,58	0,01	-	-	3,07	0,33	55,01
17	-	7,63	21,06	0,19	-	-	-	11,55	0,03	-	-	3,14	0,05	43,65
18	-	5,40	23,06	-	-	0,01	-	6,27	0,02	-	-	2,08	0,06	37,44
19	-	6,36	23,11	-	-	-	-	6,46	0,02	-	-	2,14	0,05	38,14

TABLA 6

Muestra	Total sustanc. determ. mg/litro	Residuo 105° mg/litro	Residuo 180°C mg/litro	Dureza ° Franceses	Dureza ° Alemanes	Error %
1	1.506,07	1.442,00	1.277,00	108	60	0,53
2	2.039,17	2.167,00	1.976,00	146	82	0,75
10	2.052,71	2.060,00	2.038,00	61	34	0,31
11	2.478,50	2.523,00	2.483,00	68	38	0,20
12	2.257,21	2.191,00	2.159,00	84	47	0,87
13	1.897,06	1.970,00	1.954,00	77	43	0,25
14	3.441,92	3.472,00	3.438,00	116	65	0,43
17	2.852,14	2.094,00	2.822,00	116	65	0,22
18	2.442,63	2.512,00	2.413,00	127	71	0,67
19	2.512,31	2.561,00	2.491,00	127	71	0,36

### *Muestra n.º 17*

Situada en Fuente Alamo (Término municipal de Alcalá la Real) en un balneario antiguo, cerrado actualmente. El agua sale por un caño. En ese mismo lugar hay dos piscinas que se usaban para curar las enfermedades de la piel mediante baños. Mapa n.º 4.

El Código A. E. la clasifica como: a) Fuerte mineralización; b) Fría; c) Cloruro-sulfurada sódica, variedad litínica; d) Químicamente no potable.

### *Muestra n.º 18*

Ubicada al lado de la anterior, ésta brota por un caño grande.

Clasificación: a) Fuerte mineralización; b) Fría; c) Bicarbonatada sulfatada clorurada, alcalina, alcalinotérrica, var. litínica; d) Químicamente no potable.

### *Muestra n.º 19*

Situado al lado de las anteriores, este manantial brota por un caño pequeño. La clasificación es igual a la anterior.

Los resultados analíticos de todas las muestras están en las tablas núms. 1, 2, 3, 4 y 5.

## DISCUSION

### *Muestras 1 y 2*

Los materiales sobre los que están los manantiales pertenecen al mesozoico y trias, siendo principalmente dolomias y calizas con intercalaciones de margas yesíferas.

La composición que presentan estos dos manantiales es parecida y está dominada por los sulfatos, sobre todo en la muestra n.º 1, ésto es explicable no solo por las margas yesíferas, sino también porque en los suelos de la zona, Aguilar y cols. (1979) han encontrado que en la roca madre hay piritas, que al llegar al suelo sufren los procesos de edafización correspondientes, teniendo lugar oxidaciones, principalmente de tipo biológico y dan lugar a sulfatos.

Entre los cationes es destacable la presencia de estroncio 7,50 y 6,30 mg/litro, pudiéndose explicar por las calizas que existen en aquella zona.

La temperatura de emergencia del agua es superior a la media anual de la zona, lo que nos hace pensar en un origen profundo del manto de agua, esta hipótesis se corrobora por la presencia abundante de CO<sub>2</sub> y la escasez de O<sub>2</sub>, ya que es durante el paso del agua por el suelo como se va enriqueciendo en anhídrido carbónico, y perdiendo el oxígeno que aporta el agua de lluvia.

Las aplicaciones terapéuticas de estas muestras deben ser las correspondientes a su termalidad: reumatismo, neurosis funcionales... Estos manantiales se han estado usando con estos fines.

### *Muestras 10, 11 y 12*

El origen profundo del manto de agua se manifiesta por la presencia elevada de anhídrido carbónico, así como por la pequeña proporción de O<sub>2</sub> y la temperatura de emergencia del agua.

Los materiales geológicos con que están en contacto los manantiales son margas, areniscas y calizas arenosas.

La salinidad de los manantiales es elevada, debida a la acción agresiva y disolvente del CO<sub>2</sub> y al estar las mineralizaciones dominadas por los bicarbonatos; la presencia de este anión la relacionamos con las calizas, de igual modo que este material es el responsable del caudal.

También son abundantes los sulfatos y cloruros, lo que debe estar relacionado con el paso del agua por algún banco de margas.

Entre los cationes, resalta la relación rMg/rCa próxima a 5, este valor solo puede explicarse por la presencia de materiales magnesianos, tales como cloritas. Aunque en pequeña proporción hay hierro en los tres manantiales, así como cobre en los dos últimos, la presencia de estos elementos en el agua nos habla de paquetes sedimentarios.

Las aguas de estos manantiales por su elevado contenido en bicarbonatos y anhídrido carbónico deben presentar acciones preferentemente gástricas, tales como hiperclorhidria, hipersecreción, úlcera gástrica...

Estas muestras en la actualidad se encuentran en explotación como agua embotellada, bajo el nombre comercial de Marmolejo.

### *Muestras 13 y 14*

Estas aguas brotan con una temperatura de 20°C, superior en 4° a la media anual, lo que indica una procedencia profunda que se confirma por el escaso contenido de O<sub>2</sub>.

Los manantiales están enclavados en la zona de contacto entre cretáceo formado por margas y margocalizas y el Mioceno constituido por areniscas, margas y calizas molásicas y el Cuaternario.

Destaca la presencia de sulfuros y ácido sulfhídrico libre, estos se relacionan con zonas profundas con ambiente reductor; el origen de los sulfuros puede explicarse por la existencia de piritas en las calizas molásicas, pero esto no justifica la presencia de NH<sub>3</sub>, pensamos que puede deberse a la existencia de grandes cantidades de restos orgánicos en los sedimentos, que al descomponerse, en medios anaerobios generan estos compuestos. Por este mecanismo se originarían los compuestos amoniacales y sulfurosos; estos últimos además, al menos en parte, pueden deberse a la existencia de piritas.

En la muestra n.º 13, dominan los cationes alcalinos y en la 14 los alcalinotérreos, en ésta la relación rMg/rCa = 0,85. El dominio de los cationes concuerda con los aniones, así en la muestra 13 hay más ClNa en su composición, y por tanto debe estar más relacionado con los materiales del Mioceno, y la n.º 14 en el origen de su composición se deja notar la acción de las margas, por ello pensamos que se trata de dos acuíferos diferentes a pesar de su proximidad.

El estroncio como ya comentamos se relaciona con las calizas, las cuales abundan en la zona.

Las aplicaciones de estos manantiales, a diferencia de las anteriores, serán de uso externo, en forma de baños, para enfermedades de piel y mucosas especialmente, tales como escrofularismo, herpes, úlceras de piel...

### *Muestras 17, 18 y 19*

La profundidad del acuífero se pone de manifiesto por la escasa presencia de oxígeno que presentan, sobre todo en la n.º 17, y que concuerda con la presencia de SH<sub>2</sub> del mismo modo lo confirma la cantidad de CO<sub>2</sub> y la temperatura de surgencia.

Los materiales geológicos pertenecen al Keuper y están constituidos por margas abigarradas y yesos, así como calizas del Cretáceo.

Por brotar el manantial en terrenos yesíferos del Keuper se explica su fuerte contenido en sulfatos, seguidos de los bicarbonatos; las cantidades de cloruros también son altas y debidas a los mismos materiales.

La cantidad de sulfatos se explica igualmente ya que el tipo de suelo por el que atraviesan es una xerorendsina sobre margas yesíferas. La cantidad de sulfuros existentes, si bien no demasiado alta, está perfectamente justificada ya que en el contacto con las margas, al ser estas muy impermeables, se origina una capa de agua colgada en la que tienen lugar fuertes procesos de reducción que transforman los sulfatos en sulfuros y parte de éstos son los que pasan al agua.

La posible utilización como agua de bebida de estas aguas estaría impedida por la excesiva cantidad de sales, que casi duplica el límite máximo admitido, ahora bien, no está demostrado el efecto perjudicial sobre la salud de la ingestión de aguas con salinidad superior al límite máximo requerido salvo en concentraciones muy altas.

La mayor parte de las sales de las dos últimas muestras, la constituye el anión sulfato que comunica un sabor amargo y no quita la sed, como el agua es rica en calcio y magnesio, sus efectos serán laxantes principalmente; esta acción laxante sería el principal inconveniente como agua de bebida, pero su principal aplicación como agua minero-medicinal.

A la muestra n.º 17, hay que sumarle otro índice de no tolerancia para agua de bebida, es la presencia de sulfuros, aunque estos por cloración y aireación, se pierden; por otra parte, los sulfuros le confieren al manantial sus propiedades terapéuticas, que como ya comentamos se pueden resumir en: Afecciones de piel y mucosas en forma de baños.

Debido a la presencia de sulfatos, aparte de acción laxante, la ingestión de estas aguas debe producir efectos diuréticos y colestéricos, estos últimos en acción conjunta con los cloruros. A igual que tendrán una marcada acción sobre el hígado.

#### BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR DORRONSORO, ANTOLIN. (1979). Estudio edáfico del sector Jabalcuz-Los Villares. Anales de Edaf. y Agrob.

2. BARAHONA, E. (1977). Mapa de Suelos de Andalucía Oriental. E. 1:400.000. Comunicación privada.
3. I.G.M.E. (1970). Mapa Geológico de España. E. 1.200.000. Mapa n.º 71 Villacarrillo. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria.
4. I.G.M.E. (1970). Mapa Geológico de España. E. 1.200.000. Mapa n.º 78 Baza. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria.
5. I.G.M.E. (1971). Mapa Geológico de España. E. 1.200.000. Mapa n.º 70 Linares. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria.
6. I.G.M.E. (1972). Mapa Geológico de España. E. 1.200.000. Mapa n.º 77 Jaén. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria.
7. I.G.M.E. (1977). Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria.