



Origen del Termalismo de Villavieja (prov. Castellón)

1. Introducción

Dentro del casco urbano de Villavieja existe un manantial y una serie de pozos con agua a temperaturas superiores a las normales, que entran dentro de la categoría de «aguas termales».

Desde antiguo son conocidas estas aguas y sus posibles propiedades terapéuticas han sido y son objeto de utilización en balnearios de la localidad.

En base al detallado reconocimiento geológico del sector y a las características físico-químicas del agua tomada en diferentes puntos, se pretende reconstruir el funcionamiento hidrogeológico que origina las aguas termales.

2. Características geológicas del área

2.1. Estratigrafía

La población de Villavieja se asienta sobre materiales cuaternarios que descansan discordantemente sobre materiales triásicos, esencialmente del Muschelkalk, que afloran en las inmediaciones del casco urbano (figura 1).

Los materiales cuaternarios son de recubrimiento de pie de monte, y forman una estrecha orla alrededor de los afloramientos triásicos. Se trata fundamentalmente de conglomerados, gravas y arcillas, dispuesto el conjunto a manera de cuña que se adelgaza progresivamente.

La llanura litoral está formada también por materiales cuaternarios, que están constituidos por gravas con arcillas y arenas. El nivel de gravas no es homogéneo ni en su espesor ni en su composición, aunque sí parece ser de gran extensión lateral. Bajo estas gravas aparecen margas y arenas, a veces areniscas, de probable edad miocena tardía o pliocena.

Los materiales mesozoicos son de edad triásica, pudiéndose establecer la siguiente serie, de más antiguos a más modernos:

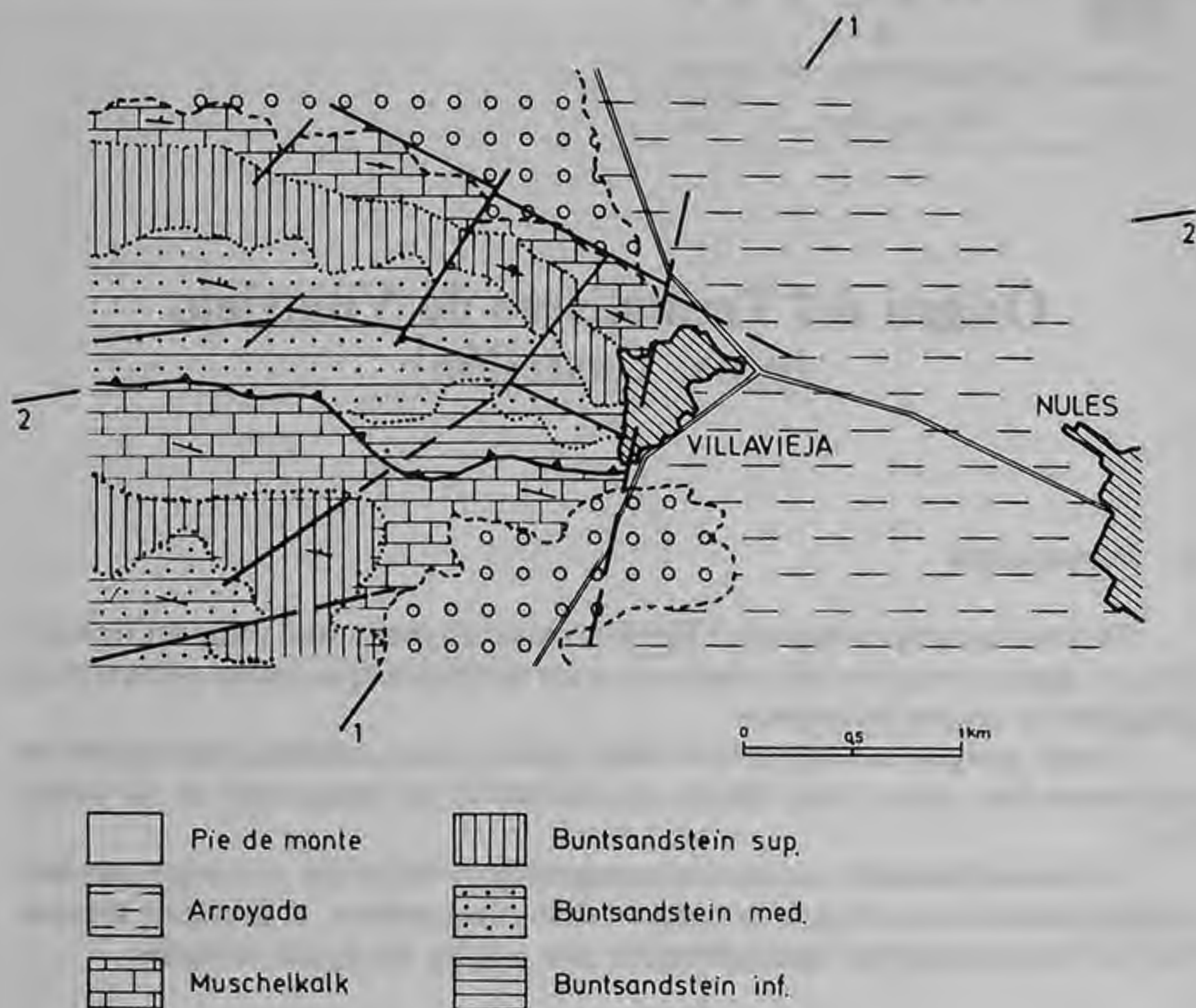


Figura 1. Mapa geológico del sector

- Buntsandstein

Dentro de este período se diferencian tres tramos. El inferior está constituido por argilitas y pizarras, de colores violeta y rojizo, con unos 100 metros de espesor. El tramo medio es de areniscas ortocuarcíticas rojas y blancas (localmente conocidas como «rodano») que alcanzan 150 metros de potencia. El tramo superior es de pizarras y argilitas rojas con algunas intercalaciones de areniscas. El techo está formado por un estrecho paquete de margas y argilitas de aspecto pizarreño y de colores abigarrados. El espesor de este tramo es superior a 100 metros.

- Muschelkalk

Constituido casi exclusivamente por dolomías y/o calizas de color pardo o negro al corte, y gris o pardo rojizo al exterior. Los bancos son de unos 30 centímetros y la karstificación está muy localizada y poco representada.

2.2. Tectónica

La característica esencial de los materiales triásicos es su gran complejidad tectónica. Desde el punto de vista regional, el área se sitúa en el flanco sur de un gran pliegue en rodilla que constituye la Sierra del Espadán que, a grandes rasgos, se puede considerar como un anticlinorio en el que la tectónica de fracturación ha borrado frecuentemente los pliegues dando lugar a una estructura compartimentada que se hace más acentuada precisamente en el borde sur, donde las tensiones han actuado de manera drástica.

Esta complejidad tectónica se traduce en fallas inversas de gran salto y de dirección ibérica, que duplican la serie, fallas normales a las anteriores, con desgarros notables e, incluso, con inversiones locales de las series que, en el entorno de Villavieja, son particularmente patentes.

En el detalle, y tal como aparece reflejado en los cortes geológicos que se adjuntan (figura 2), aparece clara una inversión de la serie calcárea, probablemente resuelta mediante un pliegue sinclinal volcado, de dirección aproximada N-S, y de vergencia al este.

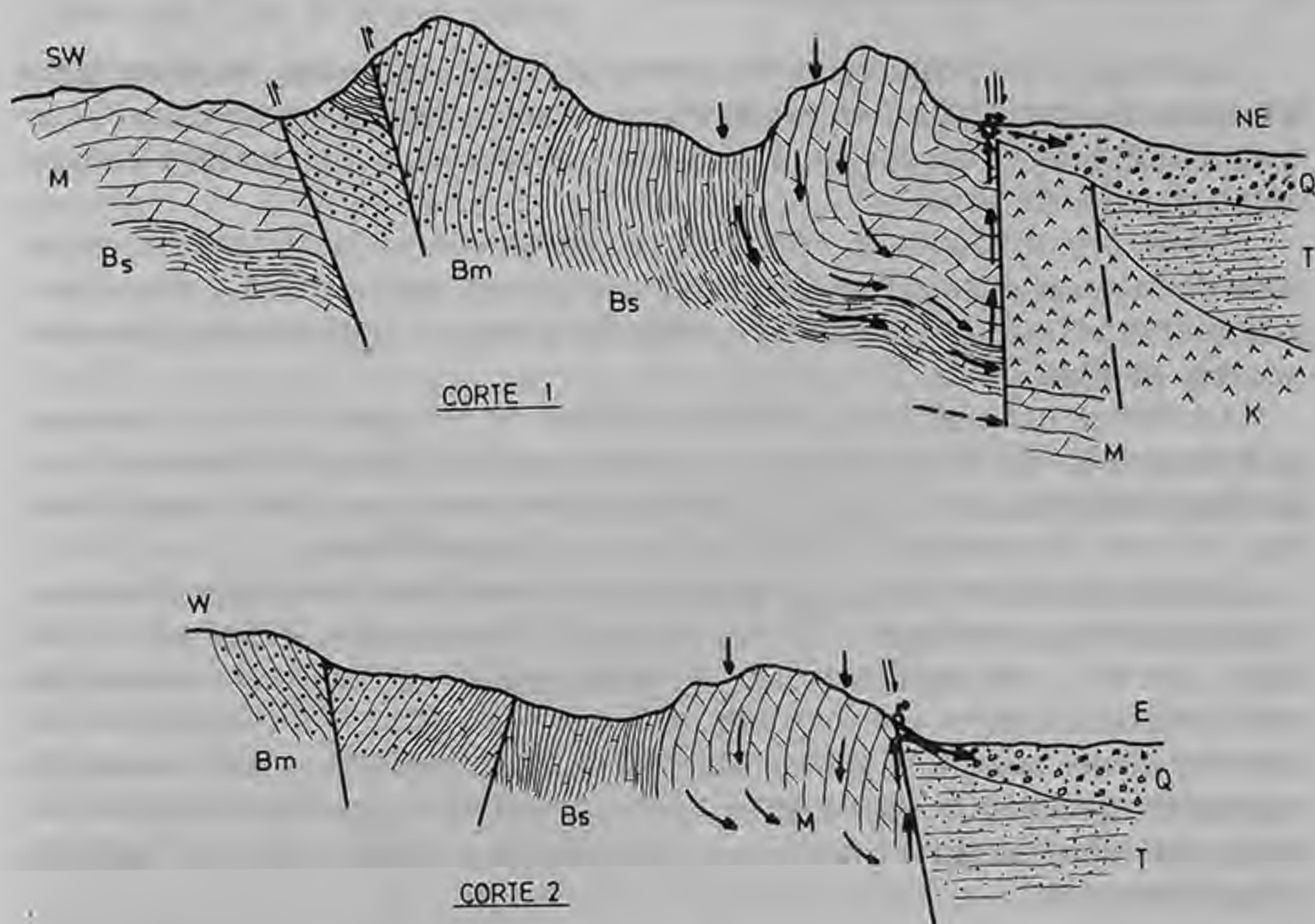


Figura 2

Q = Arcillas, arenas y gravas (CUATERNARIO). T = Margas y arenas (MIOCENO). K = Arcillas y margas (KEUPER). M = Dolomías (MUSCHELKALK). Bs = Argilitas (BUNTSANSTEIN SUPERIOR). Bm = Areniscas (BUNTSANDSTEIN MEDIO).

Esta inversión de la serie también afecta a los materiales del Buntsandstein, al menos en sus tramos medio y superior, si bien parece deducirse la existencia de una probable falla en tijera que pone en contacto los materiales del Buntsandstein con los del Muschelkalk. Dicha falla coincidiría con la dirección del barranco de Villavieja, y tendría mayor importancia hidrogeológica que entidad tectónica, ya que el salto no debe ser excesivamente importante. No es posible determinar con precisión el buzamiento de esta falla, pero suponemos, por los datos geológicos recogidos en el campo, que pudiera tratarse de una falla ligeramente inversa.

Esta estructura descrita está fragmentada por fallas normales a la anterior, y quizás alguna de ellas, con un salto más importante. El efecto de estas fallas normales es romper la continuidad de la estructura, de manera especial, una falla supuesta, pero geológicamente necesaria, en el borde sur del afloramiento triásico, sobre la que estaría ubicada la población de Villavieja.

3. Condiciones hidrogeológicas locales

Los materiales postorogénicos presentan una distribución irregular, tanto lateral como vertical. Su permeabilidad es variable y acusan notablemente el estiaje. La alimentación a estos materiales se realiza a través del acuífero triásico, esencialmente calcáreo.

En las proximidades de Villavieja, concretamente en la cantera, se sitúa la zona de descarga de una gran alineación calcárea, de permeabilidad alta, como lo demuestra el «trop plein» que se localiza en la cantera y que es conocido con el nombre de Font Freda.

La alimentación se lleva a cabo por infiltración del agua de lluvia en los propios materiales del Muschelkalk, y por transmisión diferida de los materiales del Buntsandstein. La tectónica de fracturas interrumpe, en unos casos, y facilita, en otros, la conexión hidráulica entre ambos acuíferos.

En el borde norte de la alineación calcárea también debe existir alimentación al acuífero cuaternario. No obstante, en Villavieja se localiza el punto más bajo y, por ello, con ocasión de fuertes lluvias, aparece un caudaloso manantial en la zona de la cantera que responde, en líneas generales, al funcionamiento de un «trop plein», aunque su génesis quizás habría que buscarla en la diferencia de transmisividades entre los acuíferos calizo y cuaternario, que no es capaz de admitir, de manera instantánea, el caudal que circula a través de grietas y fisuras en el acuífero calizo.

4. Hidroquímica

Se han recogido cinco muestras de agua, cuyas características químicas son las siguientes:

MUESTRA N.º	1	2	3	4	5
Tsurg. (°C)	28.0	21.5	24.2	34.0	46.0
pH	8.0	8.1	8.1	8.2	8.1
Cond. (µs/cm)	510	640	605	1850	2050
R.S. (mg/l)	352	442	421	1275	1450
Dureza (°F)	25	29	26	94	108
Cl ⁻ (mg/l)	53.0	60.0	55.0	81.5	75.5
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	237.9	268.2	268.0	237.8	189.5
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	24.5	33.6	19.2	729.6	768.5
NO ₃ ⁻ (mg/l)	10.3	28.2	15.8	34.7	28.0
Na ⁺ (mg/l)	22.1	30.4	23.5	55.0	55.2
Ca ²⁺ (mg/l)	56.0	78.0	60.5	282.5	344.5
Mg ²⁺ (mg/l)	26.5	22.9	22.8	57.1	53.5
K ⁺	2.5	31.5	4.5	19.5	17.4

La procedencia de las muestras es la siguiente:

1: Fuente Calda. 2: Pozo Vicente 3: Pozo Amado Mora.

4: Pozo José Flors. 5: Termas Galofré.

4.1. Estudio de la temperatura

La primera conclusión es que las muestras n.º 1, 2 y 3 presentan menor temperatura debido a un probable fenómeno de mezcla con aguas superficiales, mientras que en las muestras n.º 4 y 5 esa mezcla no existe o es cuantitativamente reducida.

Por otra parte, se ha intentado obtener el cálculo de la temperatura de base de dichas aguas, aplicando varios métodos, todos ellos basados en la relación rNa/rK , ya que esta relación no varía sustancialmente al descender la temperatura.

Los métodos empleados han sido los de ELLIS (1970), y FOURNIER y TRUESDELL (1973) para la relación Na-K, y el de FOURNIER y TRUESDELL (1973) para la relación Na-K-Ca.

Los resultados obtenidos son absolutamente erráticos, lo que pone de manifiesto que las relaciones catiónicas originales están distorsionadas por la mezcla ulterior con aguas de origen y desarrollo superficiales.

4.2. Interpretación geoquímica

En principio, hay que resaltar que las dos facies químicas diferenciadas tienen correlación con los dos grupos de temperaturas de surgencia. Así pues, las muestras n.º 1, 2 y 3, que presentan temperaturas inferiores a 30°, pertenecen a las facies bicarbonatada cálcica-magnésica, mientras que las muestras n.º 4 y 5, con temperaturas respectivas de 34 y 46 °C, son de facies sulfatada-cálcica.

El residuo seco a 110 °C es inferior a 500 mg/l en las muestras n.º 1, 2 y 3, mientras que en las n.º 4 y 5, está comprendido entre 1.000 y 1.500 mg/l. Esta diferencia notable en el total de sólidos disueltos obedece a que al estar las mues-

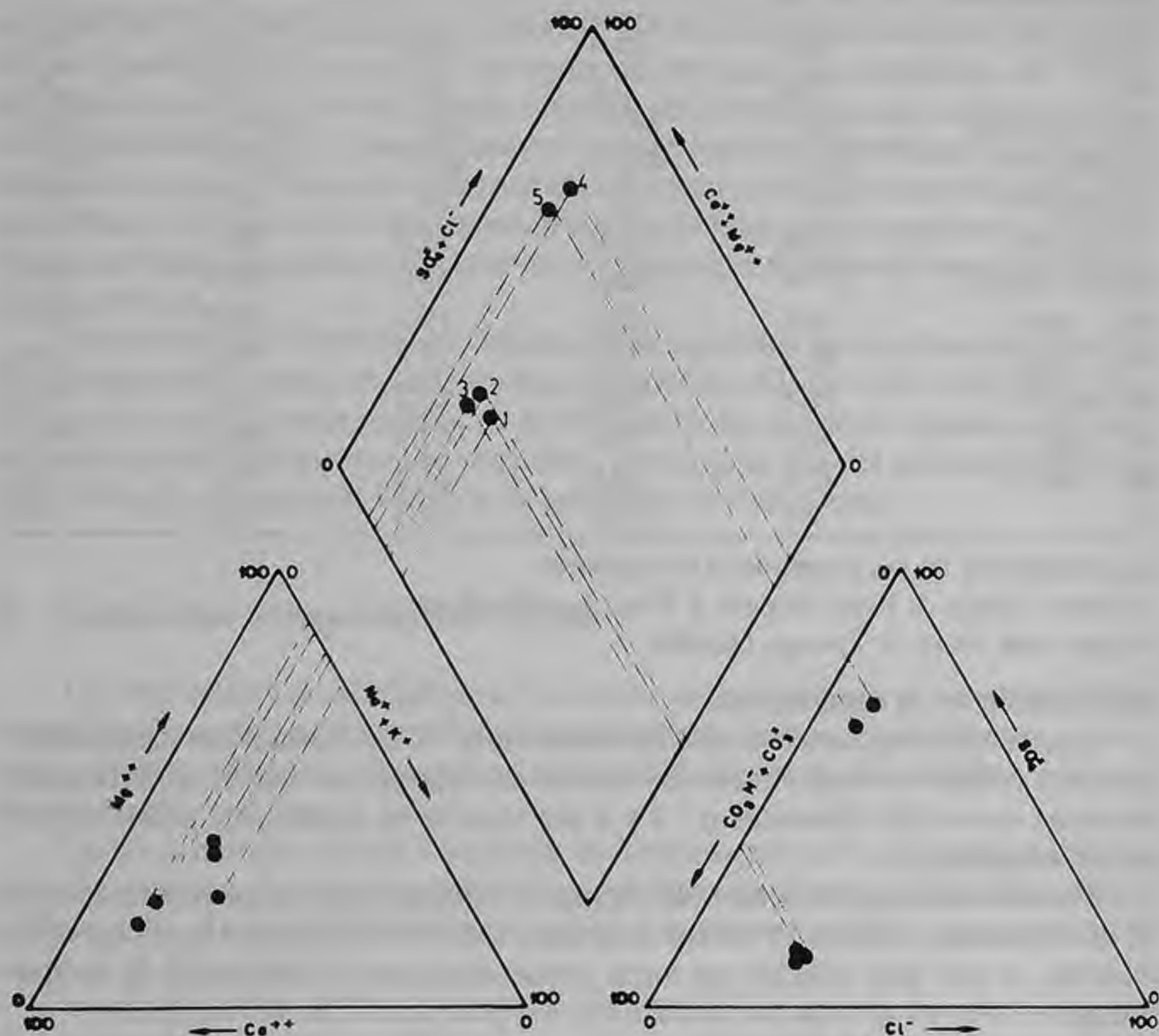


Figura 3. Diagrama de Piper

tras 4 y 5 a mayor temperatura, aumenta la solubilidad de ciertos compuestos, especialmente de los sulfatos, cuya solubilidad está muy influenciada por la temperatura, en el sentido de que decrece rápidamente al descender la temperatura, dando lugar a precipitaciones. Este hecho, unido a la mezcla con agua de bajo contenido en sulfatos, explica satisfactoriamente que, en las muestras más frías, el contenido en ión sulfato sea del orden de 20-30 mg/l, mientras que en las muestras de agua caliente sea próximo a los 800 mg/l.

El contenido en sodio, cuya procedencia viene ligada a la de los sulfatos y, en menor medida, a los cloruros, es casi doble en las muestras 4 y 5 (55 mg/l) que en las muestras 1, 2 y 3 (22-30 mg/l), lo que apoya la tesis inicial de fenómenos de precipitación química al descender la temperatura del agua, como consecuencia de la mezcla con agua de más baja temperatura.

5. Mecanismo termal

5.1. Generalidades

El agua de lluvia llega a la superficie con una temperatura ligeramente inferior a la temperatura ambiente. Al infiltrarse, se produce un intercambio de calor con el terreno. El terreno recibe calor esencialmente solar, y otras contribuciones cuantitativamente despreciables. Este calor solar, de carácter cíclico, influye sensiblemente en las variaciones de temperatura de los niveles más superficiales del terreno. A mayores profundidades existe un aporte de calor debido al gradiente geotérmico, que no está influenciado por los cambios climáticos.

Sentadas estas bases, un agua de circulación subsuperficial presentará una temperatura de surgencia sensiblemente semejante a la medioambiental, ya que se encuentra directamente afectada por aportes de calor de origen externo. Por el contrario, un agua de circulación profunda puede tener una temperatura muy superior a la ambiental, manteniéndose prácticamente constante. Si ese agua encuentra una vía de ascensión rápida, que no permita el progresivo enfriamiento del agua hasta alcanzar la temperatura ambiente, aparecerá en superficie a través de surgencias a temperaturas anormalmente altas. Estas aguas se conocen, de manera amplia, como «aguas termales».

Otro probable proceso de termalismo, frecuente en extensas áreas de la superficie de la tierra, está ligado a aguas asociadas a focos de alta temperatura, sin gran influencia del gradiente geotérmico, como puede ser un área hidrotermal asociada a dorsales o a zonas de subducción, en que puedan existir cámaras magmáticas a una profundidad no muy elevada.

5.2. Origen del termalismo

El origen de las aguas termales de Villavieja hay que buscarlo en la rápida ascensión del agua a través de fracturas desde profundidades en las que el gradiente geotérmico le confiere una elevada temperatura de base.

En los cortes geológicos que se presentan, se esquematiza el probable camino que sigue el agua en su ascenso, y que consiste fundamentalmente en aprovechar la facilidad de circulación que supone una fractura de gran salto y de disposición supuestamente vertical, ayudado por la diferencia de permeabilidades entre los materiales que dicha falla pone en contacto.

En el corte n.º 1, de orientación NNE-SSW, dicha fractura hunde el labio norte, poniendo en contacto materiales del Muschelkalk con las margas y arcillas de facies Keuper, de muy baja permeabilidad, y que constituyen una barrera para el acuífero calcáreo.

En el corte n.º 2, de orientación aproximadamente perpendicular al anterior, es decir, NW-SE, se aprecia que la estructura se hunde por efecto de una gran falla de borde, y que aparece una serie detrítica miocuaternaria, de permea-

bilidad variable, pero siempre más baja que la del acuífero calcáreo, y que ofrece mayor resistencia a la circulación subterránea.

Por el efecto combinado de ambos tipos de borde del acuífero, la fractura es el camino más fácil que encuentra el agua subterránea y asciende con rapidez conservando su elevada temperatura, si bien, cerca de la superficie, se produce diferencialmente un fenómeno de mezcla con agua de origen y circulación más superficial, con diferente quimismo, y, por supuesto, más baja temperatura.

Finalmente, para constatar esta teoría, cabe decir que se realizó una perforación para la captación de agua subterránea junto a la Font Freda, en la cantera situada junto al casco urbano de Villavieja, y que durante el aforo, con un caudal de unos 700 litros por minuto, se elevó ostensiblemente la temperatura en los pozos de las Casas de Baños, probablemente como consecuencia de la disminución de aportes de agua superficial.

MORELL EVANGELISTA, I.
Colegio Universitario de Castellón
SANCHIS MOLL, E.
Diputación Provincial de Valencia

BIBLIOGRAFÍA

- ELLIS, A. J. (1970). Quantitative interpretation of chemical characteristics of hydrothermal systems. *Geothermic, Spec. Iss.* 2 (2): 516-528.
- FOURNIER, R. O.; TRUESDELL, A. H. (1973). An empirical Na-K-Ca geothermometer for natural waters. *Geochim. Cosmochim. Acta G. B.* 37: 1255-2275.