



**INSTITUTO DE ESPAÑA**

**REAL ACADEMIA NACIONAL DE  
FARMACIA**



**MONOGRAFÍA XV  
BALNEARIO DE CALDAS DE BOHI  
1989**

**MONOGRAFÍAS DE AGUAS MINERO MEDICINALES**

**©Real Academia Nacional de Farmacia.**

**Todos los derechos reservados.**

**<http://www.raf.es>**

# CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL BALNEARIO DE CALDAS DE BOHI

JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA

## 1.— Geografía.

### *1—A Situación.*

El grupo de manantiales de aguas mineromedicinales de Caldas de Bohi, lugar del Ayuntamiento de Berruera en la Provincia de Lérida, tiene como coordenadas geográficas aproximadas: 4°31'42" E, 42°33'48" N, y con una altitud media del orden de los 1.460 m. Están representados en la hoja del mapa topográfico nacional a escala 1/50.000 N° 181, denominada Estarri de Aneu. Su hoja geológica a esta escala, tanto de la 1ª serie como de la 2ª, están sin publicar. En el mapa de síntesis geológica a escala 1/200.000 está representado en la hoja n° 24 denominada Berga (1—1).

### *1—B Accesos.*

Este grupo de manantiales, está ubicado en la Ribagorzana Alta, privilegiada comarca, con un valle sin igual el de la Noguera de Tor, limitando al norte con la muralla de montañas, lindantes con los preciosos valles de Aran, Benasque y Pallaresa, y al sur con el Congosto de Montrevey. En él se encuentran atractivos ibones e iglesias del más puro estilo románico, y está situado geográficamente al S.O. del Parque Nacional de Aigues Tortes.

Fue considerada en la antigüedad, como tierra de frontera, lindando al norte con los francos y al sur con los musulmanes.

El acceso directo por avión, es impracticable, solo existe la posibilidad desde cualquiera de los aeropuertos como el del Prat, por medio de helicóptero. Por ferrocarril, existen tres posibilidades, por tren hasta Barcelona, Lérida o Zaragoza y desde estas capitales por carretera. Si hace todavía pocos años, el acceso por carretera era impracticable, gracias a la carretera iniciada en 1948 por ENHER, hoy se llega comodamente en automóvil, hasta Estany Caballers.

Las posibilidades de desplazamiento por carretera, son múltiples, según las preferencias de los conductores, las más recomendada es hasta Pont de Suert, son: desde Barcelona, por Tárrega, Baláguer, Pobla de Segur; desde Lérida, que fue la seguida por nosotros Alfarras, Benabarre, Puente de Montañs; desde Zaragoza, por Huesca, Graus, Bonansa. A partir de Pont de Suert, la carretera pasa por una serie de pueblos, con típicas edificaciones, y monumentales iglesias románicas, de visita obligada, lamentando que parte de su riqueza esté depositada en museos o en colecciones particulares, alejándolas de su ambiente natural. La primera motocicleta llegó al balneario (1945, agosto,

14) y las obras de la carretera se iniciaron (1948, septiembre, 1) costeadas por ENHER.

Consideré como de visita obligada, durante el ascenso desde Pont de Suert hasta Caldas de Bohi, las siguientes iglesias: Coll (1.180 m.) la de Santa María; Sarais (1.137) la de San Lorenzo; Cardett (1.193) Santa María; Barruera (1.096) San Feliu; Durro (1.386) Nativitat de la Mare de Déu; Erill—la—Vall (1.272) Santa Eulalia; Bohi (1.236) Sant Joan la más antigua de todas las del Valle; Tahull Santa María y Sant Climent.

### *1—C Hidrografía y orografía.*

Una serie de cotas, entre 2.600 y 2.800, en plenos Pirineos, todo en la Provincia de Lérida, separan las vertientes de las aguas, alimentarias de los rios Noguera Pallaresa y Noguera Ribagorzana. Del primero, es afluente el Noguera del Tor, donde se ubica el Valle de Bohi, tributario de sus aguas antes de llegar a Pont de Suert. Los dos rios mencionados aportan sus aguas al Ebro, para finalizar en el Mar Mediterráneo.

Una primera serie de lagos con cotas superiores a los 2.300 m., recogen las aguas de la vertiente sur de los Pirineos. La cuenca está limitada al oeste por una cadena de altitudes del orden de los 3.000 m. como el Pico del Lago Tort con 3.014, máxima altitud, descendiendo estas conforme nos desplazamos hacia el norte a 2.600 para ascender si continuamos hacia el nordeste, llegando nuevamente a 2.830 en el Vértice de Montartod, otra vez descendiende esta sucesión de picos hacia el sureste hasta Colomes con 2.032 m. Este arco de unos 9 km., en el sentido O—E, y de 5 km. en el N—S, limitan la cubeta de recepción del Noguera del Tor.

A esta primera serie de ibones, como es el Lago de los Monges, sucede otra serie, en unos doscientos metros de cota inferior, como el Lago de Tramesane y una tercera serie con cotas del orden de los 2.000 m. como el Estany Negro, para finalizar todas en el Estany Caballero, de unos 1.700 m. en el propio Rio Tort, justo donde finaliza la carretera desde Pont de Suert pasando por el Balneario.

## **2.— Historia.**

### *2—A Historia de Bohi.*

Concuerdan los historiadores en indicar como del siglo XI, la mención más antigua del Valle de Buin y la Villa de Buin, se refieren al convenio entre los condes de Pallars, Artal I y Ramón IV (30—mayo—1066) donde se citan todos los territorios de las villas del Valle.

El origen del toponimo Bohi, según unos autores procede de «hoyos», buey y según otros de «bullir», hervir.

El Valle de Bohi, perteneció en dominio a los señores de Erill, siendo titular de este Señorío de Erill, el mencionado Ramón IV hijo de Ermessen

fallecido en 1077. El primer titular de el Señorío de la Baronía de Erill fué Guillermo XI de Erill y se denominaron Barones de Erill, a partir de Guillermo IV, fallecido en 1320. Por el Rey Felipe III (1598—1621) se concedió en 1599, el condado de Erill a Felipe I de Erill, y la grandeza de España, en 1708, por el Archiduque Carlos, a Antonio Vicentello de Lecca y de Erill. La importancia del Valle de Bohi, queda manifiesta por las magníficas iglesias románicas levantadas principalmente durante los siglos XII y XIII, por los señores feudales que gobernaban aquellas tierras.

Concretándonos a trabajos monográficos sobre Caldas de Bohi, entre los manuscritos el más antiguo es el de (1850) de Agustín Morello y Aytés (2.1) médico de Esterri de Aneu, correspondiente a la memoria reglamentaria del primer año como médico interino del Balneario. Entre los impresos, es la «Memoria químico médica de las aguas minerales de Caldas de Bohi (Gerona), con observaciones acerca de ellas, del farmacéutico barcelonés Dr. Francisco Carbonell y Bravo (1768—1837) escrita en 1832 y (2.2) publicada en 1837.

Los antecedentes sobre las termas, hay que indagarlos en libros religiosos, por ello los hemos consultado. En una obra sobre apariciones de la Sn<sup>a</sup> Virgen (2.3), en sus págs. 510 a 511, encontramos la historia del santuario donde se venera N<sup>a</sup>. S<sup>a</sup>. de las Caldas. Relata la formación de una cueva, en uno de los puntos culminantes de la montaña, donde colocaron una pequeña estatua de la Virgen. Pronto hizo milagros entre los muchos peregrinos al santuario de la roca. Con el tiempo se construyó un pueblo con el nombre de Bohi. Esta capilla transformada después en iglesia, tuvo un trono en su altar mayor, en el que se depositó la Virgen milagrosa. El santuario estaba a cargo de un capellán con el puesto de administrador, nombrado por una hermandad piadosa, llamada «Cousorsia». Para el servicio del santuario, había cuatro ermitaños y un sacristán, este de nombramiento vitalicio. Junto al santuario, había un edificio espacioso, con más de 130 camas, que servía de alojamiento, tanto para los visitantes de la Virgen, como para los bañistas de aquellas templadas aguas, atendido por caseras y mozos que cultivaban las tierra propiedad del santuario. Los baños, cuartos, servidumbre de mesa, vajilla, cocina y leña, era totalmente gratuitos. Según referencias tradicionales la existencia de la imagen de María de las Caldas, es anterior al siglo VIII, de la invasión de los árabes en España.

En los archivos del santuario, estaban las actas de donaciones de los Condes de Erill al Abad de Nuestra Señora de Caldas, fechadas en 1011, o sea, durante el reinado de Alfonso V de León (999—1028).

Otras informaciones manifiesta que la primitiva iglesia y castillo de Bohi, fueron quemados durante el siglo XIII, apareciendo la Virgen en el XIV. La Virgen fué descubierta por un pastor, la recogió y llevó al sitio donde dormitaba el ganado y se edificó la iglesia actual, cercana al manantial termal. Por razones de seguridad construyeron un brocal de madera. El templo actual, fué ampliado y mejorado a mediados del XVIII.

La primitiva cofraternidad, solo estaba integrada por hombres, admi-

tiéndose desde 1532, legos de ambos sexos, llegando a contar con más de 200 presbíteros. Tenía la obligación, cada uno, de celebrar anualmente 12 misas por las almas de los hermanos difuntos. Este florecimiento de fines del XVIII, fué eclipsado por la invasión napoleónica. A la persecución, siguió una revitalización, contando en 1817, con 180 hermanos. Sus sesiones se celebraban en la sala de la consorcía, en cuya entrada figura «1732 Casa de la Consorcía de N<sup>a</sup>. Sr<sup>a</sup>. de Caldas». Existen otras dos inscripciones, una de 1839 en la puerta de entrada al patio de la antigua «casa de baños», y otra de 1849 en los «Baños dulces», ambas en el edificio de la antigua hospedería.

Una nueva destrucción tuvo lugar en 1936, de los altares y la imagen milagrosa, sustituida después de 1940, por los actuales retablos e imagen.

## 2—B *Historia del Balneario.*

En general se admite como el manantial, con explotación más antigua el denominado «Termas Romanas», lo cual no quiere indicar que se explotase en tiempo de los romanos, por no disponer de pruebas fiables, aunque digan se han encontrado monedas romanas en sus inmediaciones. Es afirmación común, en los balnearios del norte de España, decir, se explotaban en tiempo de los romanos, los manantiales más antiguos; mientras en el sur de España, se dice datan de tiempo de los árabes.

La realidad es que las denominadas «termas romanas», es un reducido recinto en granito, donde brota un manantial termal 48°C y, es el más antiguo de los explotados en Bohi, así como el origen de la denominación de «Nuestra Señora de las Caldas». Habiendo existido pruebas documentales, hoy desaparecidas, de que en 1011, existía la Abadía de N<sup>a</sup>. Sr<sup>a</sup>. de las Caldas, no deja lugar a duda, de que antes de aquella fecha ya se explotaba la denominada «Terma Romana».

La publicación del Dr. Mariano Doria en la memoria de Carlonet (2.2), recuerda que hace más de siglo y medio, que los médicos estaban interesados por estos baños. La introducción de mejoras, fué sucesiva, una destacada como muy importante por Ramón Salis (1850) fué la conducción de las aguas de las termas romanas, al servicio del balneario, para mayor comodidad de los pacientes (2.4). En la obra de Madoz (2.5) (1845—1850), se recopilan datos interesantes para la historia balnearia. En ella, se menciona que la construcción y conservación del templo, casas y baños, es debida al celo y filantropía de la «consorcía», la cual ha procurado por todos los medios mejorar la comodidad de los concurrentes. Menciona una fuente azoada en la margen este del Tor, con la temperatura de surgencia de 7°C, así como dos de agua sulfhídrica, y varias con caudal abundante. La temperatura de las sulfhídricas son de 31°C y 46°C. Cita los efectos felices tanto de los baños como de los chorros, así como la eficacia de las ferruginosas. La temporada, a mediados del siglo pasado era de 25 de junio a 15 de septiembre.

En totalidad existen una treintena de manantiales, el situado más al N. es el de las «Termas Romanas», y al S. el de la «Fuente del Hierro», el más

occidental el de «Fuente Tartera» y el más oriental el de la «Fuente Aubaga».

Declarado (1839) el establecimiento balneario, casa de beneficencia, pasa a ser gobernado por una Junta de Beneficencia, designada por la Diputación de Lérida, y posteriormente (1844) por una junta presidida por un diputado, provincial. A los diez años (1854) se apoderó del establecimiento una partida de voluntarios liberales.

Hijo de Antonio Gimbernat, primer director del Colegio de Cirugía de San Carlos, fué Carlos Gimbernat y Grasot (Barcelona 19 septiembre 1768.—Bageneres de Bigorne 12 octubre 1834), cursó en Madrid los estudios de medicina y filosofía, gran aficionado a las ciencias naturales, perfeccionó sus conocimientos en el extranjero, pensionado por Carlos IV (1788—1808), lo destinó (1796) como colector geológico del Real Gabinete Nacional de Ciencias Naturales y posteriormente Vicedirector del Gabinete (R.O. 12 abril 1798). Prestó interesantes servicios al museo, pero su actuación fué más destacada en el extranjero. Se había especializado en la explotación de aguas minero-medicinales así como, en explotaciones mineras submarinas. Adquiridos estos conocimientos, suponemos sería durante la primera década del XIX, construyó la estufa de Bohi, sobre el mismo terreno de pegmatita granítica, pudiendo considerarse como natural, con una capacidad de 8 m<sup>3</sup>. Fué ampliada con una (1932) dos (1954) y ocho (1972), o sea un total de doce. La elevada temperatura en estas cámaras 46 a 47°C, con un aire saturado de humedad, producen una activa exudación.

### 3.— Aspecto geológico—minero.

#### 3—A *Sismología.*

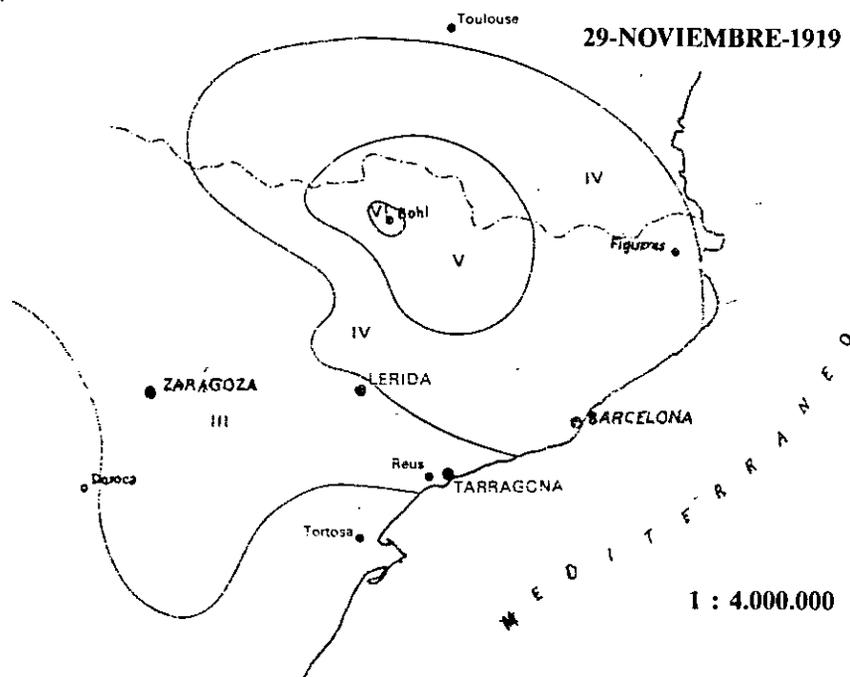
La zona de Bohi y sus manantiales, según nuestro mapa (1966) sismoestructural, (3.1) pertenece a una zona de intensidad sísmica superior a VI de la escala MSK. De acuerdo con las normas sismoresistentes (D. 30 agosto 1974 n° 3209), tiene la consideración de sismicidad media.

En el catálogo de isosistas de la Península Ibérica (1982) (3.2) están catalogados, con acción destacada en Caldas los sismos siguientes, con grado igual o superior a VI M.S.K.: 1915—03—2, con epicentro en Castanesa e intensidad VII; 1919—11—29 en Bohi VI; 1923—07—10, VIII de Martes; 1923—11—19, VIII de Viella; 1924—02—27, VI de Viella.

Reproducimos las isosistas del sismo con epicentro en las inmediaciones del mismo balneario, de 29 Noviembre 1919 intensidad VI, en el que se aprecian unas posibles dislocaciones NW—SE. De este sismo, todavía se recuerdan sus efectos en Bohi.

#### 3—B *Geotermia.*

Cuando preparabamos nuestra ponencia (1970) sobre un plan geotermico nacional, no dudamos en considerar la zona de Bohi, como una de las



de posible interés (3.3). Estas sospechas, después de las oportunas investigaciones, quedaron confirmadas. En el BOE de 15 de enero de 1987 (3.4) aparece un anuncio de los servicios territoriales de industria de Lérida, otorgando un permiso de investigación, con el nombre de «Pallars», nº 4034, de recursos geotérmicos, con 210 cuadrículas, en los términos municipales de: Arties, Gessa, Salardú, Tredós, Garós, Bagerque, Bohi, Tahull, Erillavall.

### 3—C Protección minera.

En Lérida y en sus servicios de minas, no tienen antecedente alguno sobre un posible perímetro de protección minera. Un perímetro de protección fué solicitado en 1941, pero no se cumplimentaron los preceptos de su tramitación. Dada la situación de los manantiales, es difícil la apertura de explotación de aguas minero medicinales que puedan hacer competencia a las del establecimiento. Los manantiales fueron registrados en la Jefatura de Minas (14—XII—1954).

Desde el punto de vista de antecedentes oficiales, sería interesante tuviesen los manantiales fundamentales su aforo y verificación térmica, efectuada por el Instituto Geológico y Minero de España.

El manantial del Bohi tiene su perímetro de protección sanitario, de 300 m<sup>2</sup> por estar destinada a envase.

### 3—D *Los manantiales.*

Pueden considerarse como pertenecientes a este grupo de manantiales, más de tres decenas, de ellos, los más importantes de W. a E. son: Fuente del Bosch, Fuente Salenca, Fuente de Hierro, Fuente de S<sup>a</sup> Lucía, Fuente Canem, Fuente Titus IV, Fuente Titus III, Fuente Titus V, Fuente Titus VI, Fuente Titus VII, Fuente Titus I y II, Fuente Titus VIII, Fuente del Bou, Fuente Avellanera I y II, Fuente Boix I, Fuente Avellaner, Fuente del Boix II, Fuente Consoxia I y II, Fuente Tiberio, Fuente del Capellans, Fuente de la Tartera, Fuente Aubaga.

De esta serie de manantiales, el más norteño, es el de las Termas Romanas y el situado al sur el de la Fuente de Bosch. El de mayor altitud es de la Fuente Tartera con 1.502 m<sup>2</sup> y el de menor cota el Fuente Salenca con 1.427 m.

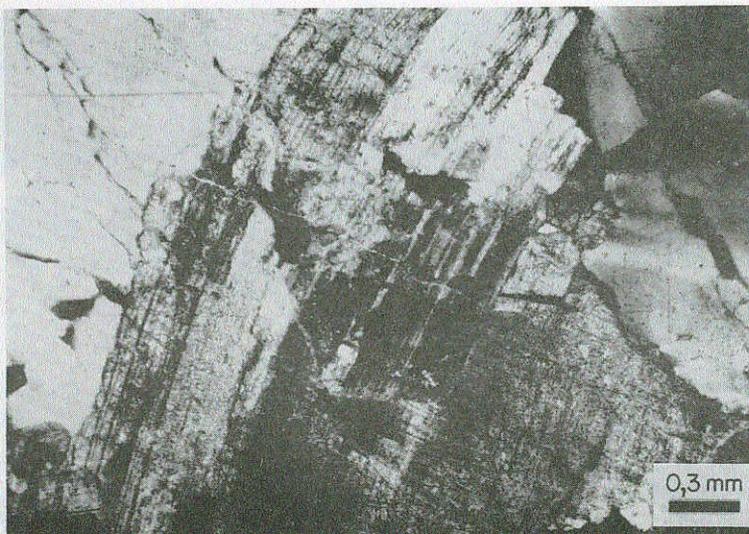


Pegmatita granítica. Cuarzo, feldespato, biotita. NX.

En unos afloramientos pegmatíticos encajados en el cretáceo, brota este grupo de manantiales. La muestra de pegmatita granítica, está tomada en el brotadero de la «Fuente Romana». Su descripción es la siguiente: Componente fundamental el feldespato alcalino y con mucha frecuencia microclina pertítica, en la muestra por ser cerca de la superficie en parte caolinizados. También contiene plagioclasas alcalinas tipo oligoclasa, algo alterada. El cuarzo es intersticial, con inclusiones de rutilo y extinción ondulante. Las micas, generalmente con porcentajes escasos, son fundamentalmente biotita, rica en hierro, que por alteración, pasa algunas veces a clorita; también existe algo de moscovita. El anfíbol más abundante, es la hornblenda, denunciando el

origen granítico calcoalcalino; en alguna hornblenda existen inclusiones de piroxeno.

Dentro de la formación pegmatítica, existen metidas de granodiorita hornbléndica, como la de la muestra tomada en el afloramiento del manantial Tartera. Se trata de una roca granuda, equigranular alotriomorfa, de grano medio (1,5 mm), predominando más las plagioclasas que el feldespato, generalmente microclina peritítica, en cristales alotriomorfos o hipidiomorfos. El cuarzo intersticial, tiene extinción ondulante e inclusiones principalmente de rutilo. La plagioclasa, es oligoclasa zonada, en cristales hipidiomorfos, apareciendo también algunos cristales de micas, esencialmente biotita ferruginosa y muy poca moscovita. Contiene numerosos cristales de hornblenda, verde parduzca.



Granodiorita hornbléndica. Cuarzo, microclina y cristal del hornblenda. NX.

### 3—E Lodos.

Los lodos, se preparan en el propio establecimiento. Utilizan como materia prima turba, a la que mezclan en la proporción de 1% en peso, un producto denominado comercialmente «atinot», consistente en ácido tricloro soscianurico, preparado por CROS S.A. Esta mezcla, la tienen en maceración durante unos cinco años, en una batería de ocho estanques, sometiendola después a un año de secado. El agua con la que se somete a maceración procede del manantial «Tartera». Cuando se necesita para su utilización, se somete con energía eléctrica y caldeo a un amasado hasta que alcanza la temperatura 47°C—48°C.

Dada la abundancia de fangos disponibles, y por razones higiénicas no se recuperan.

La turba utilizada para la preparación de los lodos, es comercialmente estéril, pero no microbiológicamente, por lo que puede dar lugar a contaminación de los lodos, con ella preparados.

#### **4.— Establecimiento balneario.**

##### *4—A Balneario.*

En una agrupación de manantiales superior a la treintena, aunque muchos no se utilizaban, con variedad en su composición, y en la temperaturas de emergencia de 6 a 50°C, se puede montar una gran diversidad de industrias, solo limitadas en el tiempo por las fuertes condiciones climáticas, impuestas por sus 1.500 m. de altitud en la vertiente sur de los Pirineos.

La actividad hotelera, consta de dos hoteles, el «Caldas»+ con una capacidad de 226 y «El Manantial»+ + + + con 216, el primero con caldeo por propano y el segundo por fuel y la cocina por propano. Los servicios de los hoteles están atendidos con las aguas de las fuentes Avellaner y Boix.

Entre hostelería y administración se da trabajo a 121 personas.

Además de las estufas naturales y la fangoterapia, dispone de instalaciones de modernos baños, baños con aspersión de oxígeno, duchas a presión, aerosolterapia, inhalaciones, pulverizaciones, masajes subacuáticos. Los manantiales utilizados para estos fines son principalmente Bosch, Boix y Tartera.

Con el acertada dosificación de estas aguas, se programan temperaturas para los diversos tratamientos de 7 a 42°C.

Cuenta la instalación con cinco piscinas, una termal, con agua de las estufas, dimensiones de 4x8x1,4 m. y temperatura del agua de 34 a 35°C. Una climatizada cubierta, con agua del manantial Bou, y temperatura media de 30°C, de donde pasa el agua sobrante a otra también climatizada de 22°C. Existen otras dos, consideradas como normales, con temperatura de 14 a 16°C.

Las conducciones del agua mineral son de cobre.

Existe un depósito de agua fría 6°C de 100 m<sup>3</sup> de capacidad en la ladera a 1.505 m. de altura, con agua elevada desde el manantial Boix, ubicado a 1.470 m. de altura.

En las actividades balnearias están empleados 17 personas. El número de pacientes fué en 1984 de 1.752 y en el 1987 se esperaba fuese de unos 2.000.

##### *4—B Dirección médica durante el siglo XVIII.*

Creado por Fernando VII (1813—1833), el Cuerpo de Médicos de Baños (1816) y anunciadas las primeras oposiciones para su ingreso en el mismo año, no figuró entre las plazas convocadas la de Caldas de Bohi, ni entre las ampliaciones hasta la iniciación de las oposiciones, estando varios años sin proveerse.

El primer médico que desempeñó la plaza interinamente, lo fué en 1849, por el Licenciado en Medicina Agustín Morelló y Aytés, quien la ocupó con carácter particular. Este médico era natural de Esterri de Aneu (Lérida) su pueblo natal. Redactó (20 julio 1850) la memoria reglamentaria, integrada por 14 folios, titulada «Memoria físico—química—médica de las aguas minerales de Caldas de Bohi (Lérida)». En temporadas anteriores, había actuado profesionalmente en Caldas de Bohi, pero limitada su intervención la atención de los amigos, o algún caso de urgencia que se presentase.

Durante la temporada de 1850, nombrado con carácter particular por la junta del establecimiento le sucedió Ramón Salis, quien fecho en Tremp (Lérida) donde desempeñaba la plaza de Subdelegado de Sanidad, de Medicina y de Cirujía (18 septiembre 1850), la memoria correspondiente, de 12 folios titulada «Memoria acerca del establecimiento de aguas minerales y termales de N<sup>a</sup>. S<sup>a</sup>. de Caldas de Bohi». Relata le abonaban los pacientes dos onzas como estipendio. Comenta en su memoria, la conducción de las aguas del manantial denominado termas romanas, al interior del establecimiento, para mayor comodidas de los enfermos. Da como asistencia anual 1.500 bañistas. En general los autores de las memorias se quejan de la insuficiencia de las plazas hoteleras.

Continua la plaza sin dotar, pero siempre hay un médico dispuesto a actuar como director de baños, por considerar algunos licenciados en medicina, un buen asunto económico, la dirección de Caldas de Bohi.

Fué director interino durante varias temporadas, Martín Castells y Melchor, iniciando su actuación en la temporada 1851. Escribió su primera memoria en Lérida. Al igual que las siguientes. está fechada (24 septiembre 1852) y dá como concurrencia en aquella temporada 1.200 bañistas. Actuó como mínimo hasta 1865, y de sus memorias oficiales se conocen las siguientes: 1 diciembre 1860 con 99 págs; 12 diciembre 1861 con 36 págs; 12 diciembre 1862 con 45 págs; 6 diciembre 1863 con 13 págs; 17 diciembre 1864 con 12 págs; 15 diciembre 1865 con 12 págs. Se aprecia una disminución en el número de páginas y en el interés en redactar las memorias, con el incremento del número de temporadas en el desempeño de la dirección. La memoria utilizada por Pedro María Rubio (4.1) para su obra de hidrología médica, está redactada por Castells. Durante su dirección se reformó (1859) el Hotel Caldas.

De los sucesores de Castells con antecedentes fiables, encontré Isidro Serrano Sánchez, autor de la memoria de la temporada de 1868 (16 diciembre 1868). Le sucedió Miguel Lázaro Cervera, autor de la memoria de 1869, fechada en Madrid (1 diciembre 1869). La memoria de 1871, la redactó Manuel Mir y Figueras, es de 13 págs y está fechada en Madrid (30 diciembre 1871).

El primer médico con titularidad oficial fué el Dr. Francisco, Juan, Rafael, Ortiz y Rivas, natural de Madrid (24 octubre 1851). Se licenció en medicina y cirugía por la Universidad Central (25 abril 1873) y doctoró por la misma (23 julio 1875) con la tesis titulada «Oftalmia simpática por traumatismo». Opositó en las convocadas en 1874, obtuvo el puesto n<sup>o</sup> 22 y fué destinado a Caldas de Bohi (R.O. 6 junio 1876) pasando por el primer concurso de tras-

lado (15 diciembre 1877) a Cortegada. Falleció en Calda de Estrach (Barcelona) (25 febrero 1890). Escribió las dos memorias reglamentarias, ambas firmadas en Madrid, donde residía, una en diciembre de 1876 con 72 págs, y la otra también en diciembre, del año 1877. Tuvo el n° 136 en el Cuerpo de Médicos de Baños.

El segundo titular oficial, fué el n° 144 del cuerpo Recaredo Amadeo, Mariano Pérez y Bernabeu, natural de Monovar (Alicante) (18 junio 1848). Se licenció en Madrid en medicina y cirugía (6 abril 1870) y efectuó la colación del grado de doctor, también en la Universidad Central (mayo 1872) con la tesis doctoral «Conveniencias e inconveniencias de la asistencia hospitalaria y domiciliaria». Opositó en 1874, obteniendo el n° 31. Procedente de Villatoya, fué destinado a Caldas de Bohi (15 diciembre 1877), y en el concurso siguiente (9 octubre 1878) a Caldas de Graena. Firmó la memoria en su pueblo natal (10 diciembre 1878). Cita como novedad la instalación de un molino como central hidroeléctrica.

El tercer titular fué Alberto, Donato, Armendariz y Navarro, n° 150 del cuerpo. Natural de Chinchón (Madrid) (12 diciembre 1849), alcanzó el grado de Licenciado en medicina y cirugía por la Universidad Central (junio 1872). Opositó en 1874, obteniendo el n° 37. Procedente de Rioalhama fué trasladado (9 octubre 1878) a Bohi y en el concurso siguiente (9 marzo 1879) pasó a Cortézubi. Firmó su memoria en Madrid (27 diciembre 1879).

El cuarto titular, fué Máximo, Jesús, María, Jise, Lorenzo Núñez y Sánchez, n° 203 del cuerpo. Natural de Torredonjimeno (Jaén) (20 octubre 1839), obtuvo la licenciatura en Medicina en Madrid (2 julio 1864) y el doctorado por la Universidad de Granada (18 mayo 1869). Opositó en las de 1877, obteniendo el puesto 16. Por concurso de traslado (9 marzo 1880) pasó de La Salvadora a Caldas de Bohi y por el de (24 febrero 1883) a Sierra Alhamilla. Falleció en su ciudad natal (16 septiembre 1891). No hay antecedentes de ninguna memoria de este titular.

Por el estado delicado de salud de Núñez, y por el retraso en la provisión de la vacante, aparecen los directores interinos siguientes: El Dr. Eusebio Romeo Bribian, autor de la memoria firmada en Caldas de Bohi (20 septiembre 1881). Fué José Farré y Carlos autor de la memoria de 1882, firmada en Caldas de Bohi (16 noviembre 1882). La memoria de 1883, está firmada en Santa Coloma de Queral (29 diciembre 1883) por Magín Domenjó Morera. De las de 1885 y 1886, es autor como director Augusto Pí y Gibert.

Como quinto titular, figura Felipe, Casimiro Ramón Isla y Gómez, n° 218 del escalafón general. Natural de Villagarcía (8 abril 1857), licenciado en medicina y cirugía por Santiago de Compostela (15 junio 1878) y doctorado por la central (26 junio 1886) con la tesis «De la influencia en el sistema huesoso». Opositó en las de 1887, obteniendo el puesto n° 15, y destinado directamente (R.O. 27 mayo 1887) a Caldas de Bohi y en el primer concurso de traslado (25 febrero 1889) pasó a Molgas. Dejó escritas sus dos memorias firmadas ambas en Pontevedra, su provincia natal (3 noviembre 1887 y 10 diciembre 1888). En la memoria de 1887 destaca entre las distracciones de los

aguistas, la caza del oso y como dato histórico que alrededor del año 1770 comenzó el uso clínico de las aguas de las fuentes del Buey, Tartera, Boj, Bosque.

El sexto titular fué Camilo Castells y Ballespí, natural de Lérida (19 septiembre 1875). Se licenció en medicina y cirugía en Madrid, por la Universidad Central (1875 octubre 30) y en la misma colacionó el grado de doctor (1880 noviembre 12), con la tesis «La tenia y sus tratamientos». Por R.O. de 7 de julio de 1887, ingresó en el cuerpo como supernumerario, pasando a numerario por R.O. 9 de mayo de 1890. Actuó en algunas ocasiones, como delegado del titular de Caldas de Bohi, y sus designaciones oficiales fueron: para Quinto por el concurso de el 20 de febrero de 1888; para Caldas de Bohi por el de 25 de febrero de 1889; para Lanjarón el 31 de marzo de 1890; a Caldas de Bohi, ahora como numerario 18 de febrero de 1891 de donde cesó por el concurso de 22 de febrero de 1892, por su pase a Caldas de Estrach y Titus. Tuvo el nº 231 en el escalafón general de baños. Sus dos únicas memorias están firmadas en Lérida (31 diciembre 1889 y 24 diciembre 1891).

De la observación de esta parte histórica de la dirección médica durante el siglo XIX, llegamos a las siguientes conclusiones. Poco interés por una dirección médica oficial. Tendencia de los directores de baños, de solicitar lo antes posible el traslado a otro establecimiento. Interés de los médicos titulares de los pueblos cercanos, por desempeñar la plaza de director de baños de Caldas de Bohi. Esta falta de interés por parte de los médicos de baños, la vemos en el decreto de 25 de abril de 1928, donde se incluye a Caldas de Bohi en el apartado B, del estatuto balneario o sea, entre los balnearios que no se hallaban servidos por médicos del cuerpo de baños.

#### 4—C *Envase.*

Una interesante industria mineralúrgica, es la planta de envase del manantial «Font del Bou», modernizada en 1975, con una capacidad horaria de limpieza y envase, de 4.000 recipientes/hora para los de litro y de 5.500/hora para los de medio y cuarto de litro, con parque para la entrada de camiones y operaciones de carga y descarga. Trabajan en la planta 11 personas, con una actividad semanal de 40 horas cada una. Las operaciones de caldeo la realizan con propano a granel disponiendo de un depósito de 11,6 m<sup>3</sup>. En sus inmediaciones existe una caseta de transformación de 220/25 kV, con una potencia autorizada de 160 kw. La energía eléctrica la suministra E.N.H.E.R.

#### 4—D *Utilidad pública.*

Las aguas de Caldas de Bohi, fueron declaradas de utilidad pública, por R.O. de 20 de diciembre de 1887, y confirmada sin médico director por D.L. de 25 de abril de 1928.

Según el estatuto de las Aguas Mineromedicinales (1928), para redactar su anexo, se dieron como de utilidad pública, los que tenían o tuvieron médi-

co director por ello, estos de Bohi pueden considerarse como tales desde 1874, en que se convocó el primer director del cuerpo de baños.

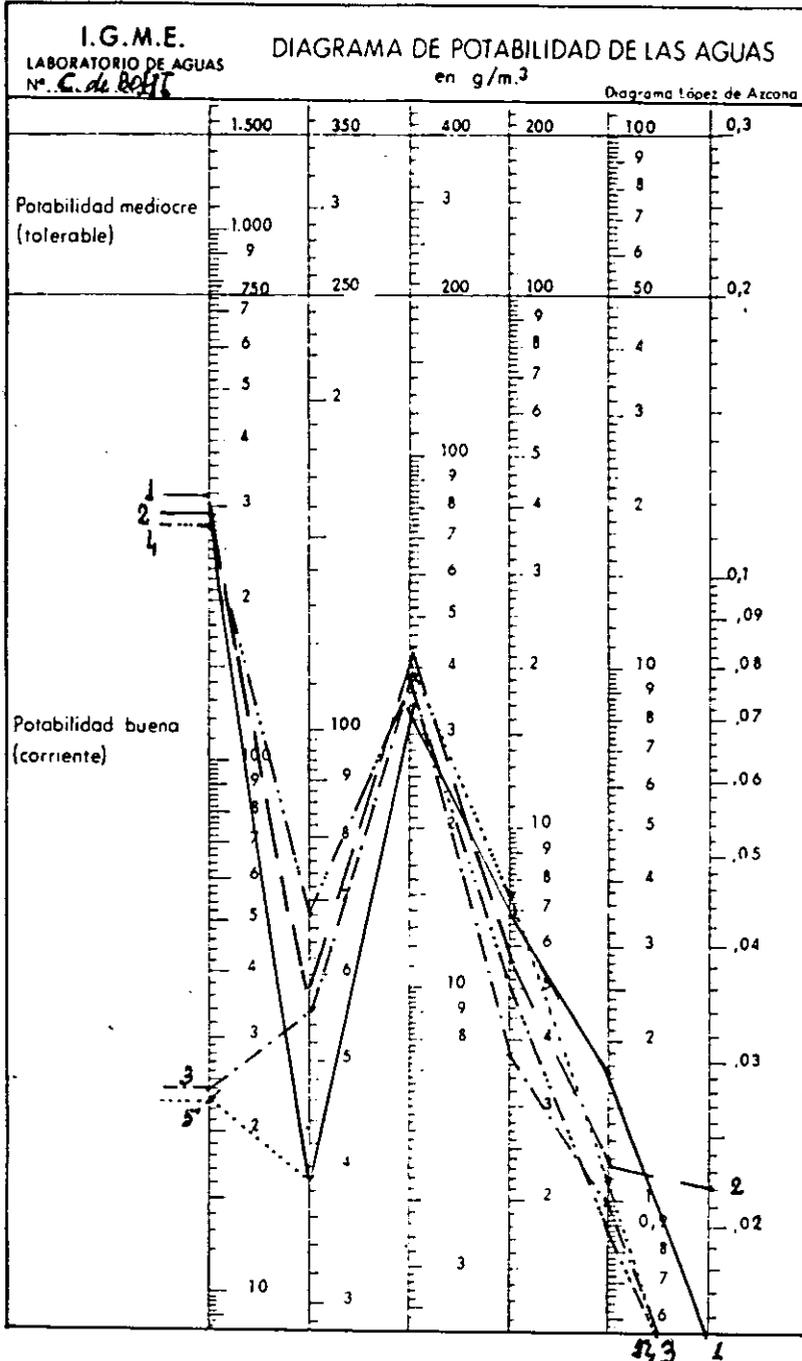
## 5.— Análisis de las aguas.

### 5—A *Historia de los análisis.*

Del primer análisis del que hemos encontrado información, es el realizado por Francisco Carbonell y Bravo (Barcelona 1768/Barcelona 1837). Hijo del también farmacéutico Jaime Carbonell. Obtuvo el título de boticario (1789) en Barcelona y en Madrid (1790), perteneció al Real Colegio de Madrid, hoy Real Academia de Farmacia (1791) y a la Academia Médica Matritense (1791) hoy Real Academia de Medicina, graduose de Doctor (1795) y por Montpellier (1801). Fué catedrático de Química en Barcelona. Sufrió un ataque de apoplejía (1822) quedándo inútil para la docencia y laboratorio, y falleció del segundo ataque (1837). Exponemos estos antecedentes, por la sorpresa de que con las dificultades de acceso en aquella época a Caldas de Bohi, pudiese realizar el análisis en 1832. Nos inclinamos a opinar que el análisis es anterior a 1822, sus doce años de separación de la vida docente y de laboratorio. El hecho real es, que de este farmacéutico, uno de los más esclarecidos de Europa y magnífico analista, existe un análisis (2.2) de las aguas de Bohi, fechado en 1832 y publicado en 1837 en el «Bol. Med. Cir y Farm.», de Barcelona. Los resultados del análisis están expresados en granos/libra.

Debido a la poca atención prestada a estas aguas durante el XIX, en el censo de las aguas minerales y termales (1892), preparado por Federico de Bottella y de Hornos (1822—1899), figura dicho análisis (5.1). En la obra de Rubio (4.1) hay dos análisis de este grupo de manantiales, el del manantial salino o termal, que es el del censo y del manantial sulfuroso termal. Ambos efectuados por Carbonell. Señala Pérez Bernabeu en su memoria (5.2) de la temporada de 1878, la existencia de un análisis de Juan Bautista Foix y Gual, y otro de Antonio Gavia López. Investigado este antecedente, no hemos logrado confirmar dicha afirmación.

De este siglo existen los análisis, del farmacéutico granadino Francisco Moreno Martín, Pf. de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona, quien analizó (1961) el agua del manantial Font del Bou. El del Dr. en Farmacia natural de Barcelona Benito Oliver y Rodes, miembro de esta Real Academia y de la de Medicina de Barcelona, quien en 1987, analizó las aguas del manantial «Fon del Bou». Para el plan geotérmico de la zona, la empresa CGS, analizó (1985 abril) los manantiales de: Termas Romana; Ferre; Capellans; Petanca; Petanca derecha; Pompeio; Avellaner; Boix 1; Bosc; Titus 2; Titus 1; Salenques; Bou; Canem; Llucia; Tartera Der; Tartera iz; Estufa. La memoria analítica que acompaña ésta monografía, contiene los análisis de los manantiales de Baños; Estufa; Bosch; Tartera; Canem; realizada por el Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad Complutense, por el equipo del Dr. García Puertas, en muestras tomadas en septiembre de



1 ..... BAÑOS    2. .... ESTUFA    3. .... BOSCH    4. .... TARTERA    5. ....CANEM

1987. El Instituto Geológico y Minero de España para el estudio hidrogeológico de éstas aguas, realizado los análisis de 13 muestras tomadas en 1985.

En estos análisis observamos, que el contenido en magnesio, salvo en la fuente del Farre, que es fría, es menor de una parte en millón. El contenido en boro alto de hasta 0,5 ppm, como en Santa Lucía. De flúor de hasta cerca de 4 ppm como en la estufa y en las termas romanas, las cuales tienen un litio cercano a 0,6 ppm y una sílice por encima de 95 ppm en Termas Romanas, Estufa y Baños. Composiciones típicas unidas a la abundancia de contenido en sodio superior al 81 ppm en Baños y a 70 ppm en Termas Romanas y en Estufa, propias de procesos termales en medios cristalinos como este granodierítico.

En el diagrama adjunto de potabilidad, basado en el «código alimentario» español apreciamos la buena calidad, desde el punto de vista de su composición química, de los cinco manantiales analizados por el Dr. García Puertas.

### 5—B Circuito de las aguas.

Para considerar el circuito de las aguas, destacamos el contenido en peso de los cinco manantiales más interesantes, según los análisis del Instituto Tecnológico Geominero de España, y según los del Departamento de Bromatología y Nutrición de la Universidad Complutense.

MANANTIALES	IGME $\text{SiO}_2 \times 10^{-6}$	Bromatología $\text{SiO}_2 \times 10^{-6}$	Temperatura de emergencia °C
BAÑOS	98,8	65,6	50,5
ESTUFA	95,6	68,8	50,5
TARTERA	88,8	78,5	43,0
BOCH	83,6	72,2	30,5
CANEM	77,2	65,6	38,5

Por estos valores observamos, en los del IGME, un incremento de la sílice con la temperatura de emergencia. Esta relación no existe en general en los valores de Bromatología indicios de una mayor aportación de aguas menos profundas, con menores temperaturas de emergencia. El contenido máximo de sílice de las del IGME es la del manantial de Baños con  $98,8 \times 10^{-6}$ , correspondiente a una temperatura en la caldera de las aguas, superior a los  $140^\circ\text{C}$ , equivalente a unos 4.700 m. de profundidad. Los de Bromatología dan un contenido máximo en sílice las del manantial Estufa de  $88,8 \times 10^{-6}$ , correspondiente a unos  $115^\circ\text{C}$ , o sea a una profundidad de unos 3.700 m. Tomando un valor medio, admitimos que las aguas de lluvia alcanzaron en su proceso descendente como mínimo unos 4.200 m.

Estabilizado térmicamente el conducto ascendente, se incorporaron a me-

nor profundidad otras aguas de lluvia, proceso acusado por las variaciones térmicas de las aguas durante el año.

Desde 1986 tienen establecido en Caldas de Bohi un servicio semanal de toma de temperatura del ambiente en las inmediaciones de los manantiales y del agua surgente, para las Fuentes Bou, Avellanar, Avellanar derecha, Avellanar izquierda, Canem, Santa Lucía, Estufa, Termas, Tartera, Box, Capellanes. Por el conjunto de las gráficas, apreciamos una deriva de las temperaturas del agua de los manantiales, con relación a las del ambiente, experimentada con algunas semanas de retraso. Las variaciones son mínimas para las más calientes como Termas y Estufa que no alcanzan los 2°C, y las frías como Boix y Capellans, que después de los días muy fríos del invierno bajan hasta 4°C. Las que experimentan variaciones mayores son las tres de Avellanar, superiores en algunas ocasiones a los 5°C.

Debemos observar que la medida de las temperaturas, debe efectuarse con termómetros de décima de grado, y de máxima para las hipertermales y de mínima para las frías. Los datos disponibles proceden de termómetros normales con precisión de 1°C. Por ello las conclusiones solo pueden admitirse como una posibilidad.

## BIBLIOGRAFIA

- 1—1 Mapa Geológico de España, escala 1/200.000. Síntesis cartografía existente. H núm. 24 I.G.M. de E. 1980. Memoria de 32 pgs. y 1 mapa.
- 2—1 MORELLO Y AYLES, A. Memoria físico—química—médica de las aguas minerales de Caldas de Bohi —Provincia de Lérida—. Ms. 14 pgs. 20 julio 1850.
- 2—2 CARBONELL Y BRAVO, F. Memoria químico—médica de las aguas minerales de Caldas de Bohi, en el principado de Cataluña, con un apéndice de los descubrimientos nuevos sobre esta clase de baños o aguas sulfúreas termales, hechas por el Dr.D. Carlos Gimbernata y observaciones acerca de los efectos que han causado en algunos de los enfermos, que ha dirigido a los baños de N<sup>a</sup>.S<sup>a</sup>. de Caldas de Bohi, el Dr.D. Mariano Doria. B<sup>o</sup>C. Medi, Ciru, y Farmacia—1827. N<sup>o</sup> 156, 30 mayo. 155 y 156 pgs.
- 2—3 FABRAQUER, Conde de. Imágenes de la Virgen María aparecidas en España. Tomo 2<sup>o</sup> N<sup>a</sup>.S<sup>a</sup>. de las Caldas de Bohi. Lérida. Madrid sin fecha siglo XIX. 510 a 514 pgs.
- 2—4 SALIS, R. Memoria acerca del establecimiento de aguas minerales y termales de N<sup>a</sup>.S<sup>a</sup>. de Caldas de Bohi (Lérida). Tremp 18 septiembre 1850. 12 fols. mns.
- 2—5 MADOZ, P. Diccionario geográfico—estadístico—histórico de España y sus posesiones de Ultramar. Madrid 1845—1850. 16 volúmenes.
- 3—1 LOPEZ DE AZCONA, J.M. y MUNUERA QUIÑONERO, J.M. Mapa sismoestructural de España a escala 1/1.000.000. UNESCO, París 21—30 abril 1964.
- 3—2 MEZCUA, J. Catálogo general de isosistas de la Península Ibérica. Madrid 1982. 58 pgs.
- 3—3 LOPEZ DE AZCONA, J.M. Recursos geotérmicos de España. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid 1970. 33 pgs y 1 mapa.
- 3—4 ANONIMO. B.O.E. 15 enero 1987.
- 4—1 RUBIO, P.M. Tratado completo de las fuentes minerales de España. Madrid 1853. 742 pgs.
- 5—1 BOTELLA Y DE HORNOS, F. de. Censo de las aguas minerales y termales de España. Ministerio de Fomento 1892. 142 pgs y 1 mapa.
- 5—2 PEREZ BERNABEU, R. Memoria de la temporada de 1878. Ms. Monovar 10 diciembre 1878.

# MICROBIOLOGIA DE LOS MANANTIALES DE AGUAS MINERO-MEDICINALES DEL BALNEARIO DE CALDAS DE BOHI

M.C. DE LA ROSA, M.A. MOSSO, F. DIAZ Y M.C. VIVAR

*Departamento de Microbiología, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense. Madrid*

## INTRODUCCION

En los terrenos pertenecientes al balneario de Caldas de Bohi en el piri-neo leridano emergen un total de 37 manantiales de diversa composición química que se clasifican en fríos y termales según su temperatura de emergencia.

Ante la imposibilidad de estudiar todos ellos se eligieron los principales manantiales cuyas aguas mineromedicinales se utilizan en el balneario para los distintos tratamientos terapéuticos.

El objeto de este trabajo ha sido principalmente sanitario determinando los microorganismos que especifica la legislación para las aguas mineromedicinales (1) pero también hemos estudiado la micropoblación autóctona de cada uno de los manantiales y que está determinada por la composición química y la temperatura del agua.

## MATERIALES Y METODOS

### Muestras

Se han estudiado 6 manantiales: Baños, Estufa, Canem, Tartera, Bosch y Avellaner.

Estos manantiales según la composición química de sus aguas se clasifican como: hipotónicos, clorurados—sódicos, fluorados, litínicos y sulfurados. Los dos primeros son hipertermales por surgir a temperaturas superiores a 50°C, los siguientes mesotermas (30—50°C) y el último hipotermal (22°C).

Los dos primeros se encuentran en el interior del establecimiento balneario, mientras que los demás emergen en el exterior.

Todas las muestras se tomaron el 11 de Septiembre de 1988, tomando 1 litro y medio de agua en condiciones estériles y se transportaron al laboratorio a temperatura ambiente y en oscuridad, realizándose los análisis al día siguiente.

### Métodos

Se ha determinado el número de los microorganismos siguientes: Bacterias aerobias viables y esporuladas incubadas a 22°C, 37°C y 45°C, coliformes totales y fecales, estreptococos fecales, esporas de *Clostridium* sulfito-

reductores, mohos y levaduras, bacterias proteolíticas, amilolíticas, amonificantes y sulfato—reductoras. Además se estudió la presencia de *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.

Los métodos y medios de cultivo empleados son los mismos que los descritos en trabajos anteriores (8, 13).

Para la identificación de las bacterias aerobias heterótrofas se hicieron las pruebas que se citan en otros trabajos (8, 9).

Los bacilos Gram (—) se clasificaron según el Manual Bergey (3) con la ayuda de un programa realizado por nosotros empleando un ordenador IBM.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La temperatura del agua de los manantiales en el punto de emergencia fue: Baños 51°C, Estufa 52°C, Canem 30,5°C, Tartera 46°C, Bosch 32°C y Avellaner 22°C; y el pH: 9,5, 8,9, 7,4, 9, 9,2 y 8 respectivamente. Estos resultados coinciden prácticamente con los obtenidos un año antes por García Puertas *et al* (2) publicados en este estudio.

### Bacterias aerobias

En la tabla 1 se exponen el número de bacterias aerobias viables y esporuladas de los manantiales expresadas como unidades formadoras de colonias por mililitro de agua (ufc/ml) incubadas a las temperaturas de 22°C, 37°C y 45°C.

El número de bacterias esporuladas ha sido muy bajo, lo que ya ha sido observado en otros manantiales de aguas termales (8, 9, 14). No se han detectado bacterias esporuladas termófilas.

El número de bacterias viables varía en los distintos manantiales. Se observa que en los hipertermales y en Tartera que emergen a temperaturas superiores a los 45°C predominan las bacterias termófilas y mesófilas a 37°C, mientras que en los otros manantiales meso e hipotermas hay un mayor número de bacterias mesófilas a 22°C.

En algunos recuentos se han encontrado valores superiores en el medio mínimo que en el agar nutritivo sobre todo en las bacterias incubadas a 45°C de los manantiales hipertermales, lo que se debe a que las bacterias autóctonas del agua son oligotróficas necesitando un bajo contenido en nutrientes por lo que se detectan en mayor número en este medio.

El número de microorganismos encontrados ha sido semejante al de otros manantiales termales (8, 11) y ligeramente superior a un estudio anterior realizado en estos mismos manantiales (5, 13).

### Microorganismos de interés sanitario

No se han encontrado bacterias patógenas en ninguno de los manantia-

les (tabla 2). En cuanto a los indicadores fecales, no se han detectado coliformes fecales, estreptococos fecales, ni *Pseudomonas aeruginosa*, pero se han aislado coliformes en dos de los manantiales y esporas de clostridios sulfito reductores en uno. La presencia de estos microorganismos no significan específicamente una contaminación de origen fecal en ausencia de otros indicadores, ya que pueden encontrarse en el suelo (10) y de aquí pasar al agua.

Ambos tipos de microorganismos ya se encontraron en un estudio anterior de este balneario (13), así como en otros manantiales de aguas termales (9, 11).

El número de mohos ha sido muy bajo, inferior a 100 por 100 ml, identificándose algunos de ellos como *Penicillium* y *Aspergillus*. Resultados semejantes se han encontrado en otros manantiales (8, 9, 11, 12, 14). No se han encontrado levaduras, a diferencia de otros manantiales y del estudio anterior, lo que indica que no existe contaminación porque en las aguas naturales predominan los mohos.

### Bacterias heterótrofas

La identificación de las bacterias de los manantiales hipertermales es difícil ya que la mayoría de las aisladas en una primera siembra no sobreviven a las resiembras posteriores en los medios de laboratorio. Además las características bioquímicas de muchas de ellas no coinciden con las especies descritas en los manuales de taxonomía por lo que no se pueden clasificar.

Teniendo en cuenta estas dificultades las bacterias heterótrofas que se han aislado con mayor frecuencia han sido bacilos Gram negativos móviles no fermentadores principalmente del género *Pseudomonas*, habiéndose identificado sólo dos especies *P. fluorescens* en un manantial y *P. chlororaphis* en otros dos; en menor proporción aparece *Acinetobacter*. Los coliformes que se encontraron en dos manantiales se identificaron como *Enterobacter* y *Citrobacter*. En un manantial se ha aislado *Aeromonas*. Aunque en número muy pequeño también se han encontrado bacilos Gram positivos, *Bacillus* y *Arthrobacter*, en todos los manantiales menos uno. En los manantiales inferiores a 40°C aparecen cocos Gram positivos, *Micrococcus* y *Staphylococcus* (tabla 3).

Todos estos microorganismos con excepción de *Arthrobacter*, cuyo habitat suele ser el suelo, se encontraron en un estudio anterior de estos manantiales (5). El género *Pseudomonas* es muy frecuente en aguas naturales habiéndose aislado diversas especies en muchos manantiales de aguas mineromedicinales tanto fríos como termales (6, 8, 9, 11, 13, 14). Así mismo *Acinetobacter* ha sido detectado en otros manantiales de aguas termales como Archena y Alhama de Aragón (8, 11).

También han sido aisladas con mucha frecuencia, aunque en número bajo, en otros manantiales cepas de *Bacillus* (7, 8, 9, 11, 12, 14), *Micrococcus* y *Staphylococcus* (8, 11, 12, 14).

### Microorganismos de interés ecológico

Se han estudiado los grupos de microorganismos más representativos del ciclo del carbono, nitrógeno y azufre (tabla 4). Del ciclo del carbono los amilolíticos aparecen en todos los manantiales en número alto, principalmente en los que emergen a temperatura inferior a 40°C. Del ciclo del nitrógeno, los proteolíticos se detectan en todos los manantiales en número también alto pero no se han encontrado amonificantes. Sólo un manantial presenta bacterias sulfato reductoras en número muy bajo.

Los microorganismos proteolíticos y amilolíticos son frecuentes en aguas naturales en donde intervienen en los procesos de autodepuración, habiéndose encontrado en muchos manantiales de aguas mineromedicinales en número semejante (7, 8, 9, 11, 12, 14), así como en el estudio de estas aguas que se realizó anteriormente (5, 13). Las bacterias sulfato reductoras frecuentes en aguas sulfuradas (8, 11), aunque en número bajo y que anteriormente fueron detectadas en el manantial Tartera, solo se han encontrado en el manantial Avellaner.

### Estudio microscópico del «Sulfuretum»

En los puntos de emergencia de los manantiales Tartera y Bosch aparece un recubrimiento de consistencia gelatinosa de color verde oscuro y blanco en la superficie que compone la denominada «baregina» o «sulfuretum». Observada con microscopía de contraste de fases revela la presencia de una micropoblación variada formada de bacterias filamentosas de difícil identificación que engloban un gran número de bacilos y cocos. Por su morfología pertenecen a diversos géneros del grupo de las bacterias envainadas y deslizantes. En el manantial Tartera podrían clasificarse como *Sphaerotilus* con gránulos de polibeta hidroxibutírico (fotografía 1), *Thiothrix* que acumula azufre en hábitats con SH<sub>2</sub> (fotografía 2) y *Leucothrix* que forma filamentos largos y finos y puede adherirse a las superficies formando rosetas (fotografía 3).

**TABLA 1**

**NUMERO DE BACTERIAS AEROBIAS DE LOS MANANTIALES DE CALDAS DE BOHI (ufc/ml)**

MICROORGANISMOS	TEMPE- RATURA	MEDIO	MANANTIALES					
			Baños	Estufa	Canem	Tartera	Bosch	Avellaner
Bacterias viables	22° C	PCA	35	0	87	45	330	1270
		MM	0	0	53	25	84	420
	37° C	PCA	570	620	142	270	130	1020
		MM	0	410	11	440	27	440
	45° C	PCA	570	490	14	230	24	240
		MM	570	3000	0	460	0	90
Bacterias esporuladas	22° C	PCA	10	0	10	0	0	0
	37° C	PCA	0	0	10	3	10	10
	45° C	PCA	0	0	0	0	0	0

PCA: Agar recuento en placa; MM: Medio mínimo.

**TABLA 2**

**MICROORGANISMOS DE INTERES SANITARIO DE LOS MANANTIALES (N°/100 ml)**

Microorganismos	MANANTIALES					
	Baños	Estufa	Canem	Tartera	Bosch	Avellaner
NMP/100 ml						
Coliformes totales	0	0	0	0	5	54
Estreptococos fecales	0	0	0	0	0	0
N°/100 ml						
Esporas de clostridios sulfito-reductores	0	0	2	0	0	0
Mohos	10	15	15	0	70	5
Levaduras	0	0	0	0	0	0
Presencia de:						
<i>P. aeruginosa</i>	—	—	—	—	—	—
<i>E. coli</i>	—	—	—	—	—	—

**TABLA 3**  
**BACTERIAS HETEROTROFAS**

Bacterias	MANANTIALES					
	Baños	Estufa	Canem	Tartera	Bosch	Avellaner
<i>Pseudomonas sp.</i>	+	+	+	+	+	+
<i>P. fluorescens</i>	—	—	+	—	—	—
<i>P. chlororaphis</i>	—	—	—	+	+	—
<i>Acinetobacter</i>	—	+	—	+	+	—
<i>Aeromonas</i>	—	—	—	—	+	—
<i>Enterobacter</i>	—	—	—	—	+	+
<i>Citrobacter</i>	—	—	—	—	—	+
<i>Arthrobacter</i>	+	—	+	+	+	+
<i>Bacillus</i>	+	—	+	+	+	+
<i>Clostridium</i>	—	—	+	—	—	—
<i>Micrococcus</i>	—	—	—	—	+	+
<i>Staphylococcus</i>	—	—	+	—	+	—

**TABLA 4**  
**MICROORGANISMOS DE INTERES ECOLOGICO DE LOS**  
**MANANTIALES DE CALDAS DE BOHI (NMP/100 ml)**

Microorganismos	MANANTIALES					
	Baños	Estufa	Canem	Tartera	Bosch	Avellaner
Proteolíticos	11x10 <sup>4</sup>	24x10 <sup>4</sup>	24x10 <sup>4</sup>	24x10 <sup>4</sup>	46x10 <sup>3</sup>	24x10 <sup>4</sup>
Amilolíticos	11x10 <sup>3</sup>	24x10 <sup>2</sup>	24x10 <sup>4</sup>	20x10 <sup>2</sup>	24x10 <sup>4</sup>	24x10 <sup>4</sup>
Amonificantes	0	0	0	0	0	0
Sulfato—reductores	0	0	0	0	0	36

## BIBLIOGRAFIA

1. — BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO (BOE). Número 226, 21 de Septiembre de 1981, pgs. 21898-21903.
2. — GARCIA PUERTAS, P., TENORIO, D. y RODRIGUEZ BARRERA, H. (1989). Estudios sobre el Balneario de Caldas de Bohi. Memoria n.º 15. Ed. Real Acad. Farm. Madrid.
3. — KRIEG, N.R. and HOL, J.G. (1984). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. 1. Ed. Williams and Wilkins. Baltimore.
4. — MARAVER, F. y F. TORRELLA (1988). Caracterización biológica de los microorganismos del sulfuretum (sulfuraria) de las aguas sulfuradas de Montemayor. Bol. Soc. Esp-Hidrol. Med. III (3): 147.
5. — MORO, I. y ROSA, M.C. de la (1987). Contribución al estudio de la micropoblación de aguas minerales envasadas. Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med. Vol. II, 3, 127-131.
6. — MOSSO, M.A., ROSA, M.C. de la, DIAZ, F. y GASTON DE IRIARTE, E. (1981). Microbiología del agua de Carabaña. An. Real Acad. Farm. 47, 327-334.
7. — MOSSO, M.A., DIAZ, F. y ROSA, M.C. de la (1985). Contribución al estudio de las bacterias autóctonas de manantiales de aguas mineromedicinales de Carabaña. An. Bromatol. XXXVII, 2, 271-278.
8. — MOSSO, M.A., DIAZ, F. y ROSA, M.C. de la (1986). Estudios sobre el Balneario de Archena. Memoria n.º 12. 23-32. Ed. Real Acad. Farm. Madrid.
9. — MOSSO, M.A., ROSA, M.C. de la y DIAZ, F. (1988). Estudios sobre el Balneario de Arnedillo. Memoria n.º 14, 23-28. Ed. Real Acad. Farm. Madrid.
10. — RODIER, J. (1984). *L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*. 7ª éd. Ed. Dunod. París.
11. — ROSA, M.C. de la, DIAZ, F., MOSSO, M.A. y GASTON DE IRIARTE, E. (1983). Microbiología de las aguas mineromedicinales de Alhama de Aragón. An. Real Acad. Farm. 49, 381-388.
12. — ROSA, M.C. de la, DIAZ, F. y MOSSO, M.A. (1985). Estudios sobre el Balneario de Fuente Amarga. Memoria n.º 11, 17-24. Ed. Real Acad. Farm. Madrid.
13. — ROSA, M.C. de la y MORO, I. (1986). Estudio microbiológico de los manantiales de aguas mineromedicinales de Caldas de Bohi. An. Real Acad. Farm. 52, 553-562.
14. — ROSA, M.C. de la, MOSSO, M.A., DIAZ, F., CASTELLANOS, J.A. y GARCIA—ARRIBAS, M.L. (1987). Estudios sobre el Balneario de Fortuna. Memoria n.º 13, 19-25. Ed. Real Acad. Farm. Madrid.



Fotografías: Sedimento de los manantiales Tartera y Bosch.

(1) *Sphaerotilus*. (2) *Thiothrix*. (3) *Leucothrix* (4) *Leptothrix*. (Contraste de fase 1.750 X).

# ANALISIS FISICO—QUIMICO

P. GARCIA PUERTAS, D. TENORIO SANZ

y M. RODRIGUEZ BARRERA

*Departamento de Nutrición y Bromatología II*  
*Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid*

Por encargo de la Comisión de Aguas Minero-Medicinales de la Real Academia de Farmacia, un equipo del Departamento de Nutrición y Bromatología II de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense, se trasladó con fecha 26 de Septiembre de 1987 a dicho balneario para realizar el estudio físico-químico.

En la provincia de Lérida, Partido judicial de Tremp y término municipal de Barruera se encuentra el Balneario de Bohi. La situación geográfica corresponde a 42° 20' y 8'' de latitud Norte y 4° 50' 16'' longitud Este del meridiano de Madrid (Datos tomados del Mapa Nacional del Instituto Geográfico, escala 1:50.000. 3.ª Edición).

Estos manantiales situados en el Valle de Bohí a una altitud de 1.502 m. sobre el nivel del mar a la derecha de Rivera de Tort, también llamado río de Caldas, cerca de su confluencia con el barranco de Sallent y todo ello dentro del sistema pirenaico. Alrededor de ellos se han formado una serie de instalaciones balnearias.

Las aguas de Caldas de Bohi emergen por treinta y siete manantiales, de los que nosotros hemos analizado solamente cinco que son los más explotados y con las características y composición que hemos encontrado.

No hemos visto en la bibliografía consultada ningún análisis de las aguas. Siempre se cita el análisis efectuado por el celebre químico, médico y farmacéutico barcelonés Dr. Carbonell y Bravo y que publicó en el Boletín de Medicina, Cirugía y Farmacia en 1837, pero desgraciadamente no hemos tenido acceso al mismo.

Modernamente en los años 1961 fueron analizados distintos manantiales por el Prof. Francisco Moreno Martín, de la Facultad de Farmacia de Barcelona, y últimamente del agua envasada que procede del manantial «Font del Bou» por el Dr. B. Oliver Rodes y Clapes, año 1987.

## ANALISIS QUIMICO MANANTIAL AGUAS DE BAÑOS

### *Caracteres generales*

El agua es:

- Limpia
  - Color inferior a 1 mg (Pt/Co)
  - Olor
  - Sabor
  - Turbidez
- } Típico de las aguas sulfuradas, conservando el olor a sulfhídrico durante varios días.
- No sobrepasa las 2 U.N.F.

*Determinaciones generales*

Residuo fijo a 110° C .....	318 mg/l.
Dureza total .....	2,6° F.
D.Q.O. (Oxidabilidad al permanganato) .....	2,5 mg/L. O <sub>2</sub>

*Constantes fisico—químicas*

*Temperatura de emergencia* Fecha 26-IX-1987 — 13 h.

Temperatura en recinto cerrado .....	26° C
Temperatura del agua .....	50,5° C

*Densidad*

Densidad 4° C .....	1,006
Densidad a 50,5° C .....	1,002

*Indice de refracción*

Indice de refracción a 15° C .....	1,332
------------------------------------	-------

*Descenso crioscópico*

Descenso crioscópico .....	0,02° C
----------------------------	---------

*Contenido en moliones*

Moliones por litro .....	0,015
--------------------------	-------

*Presión osmótica*

Atmósferas .....	0,312
------------------	-------

*Concentraciones de iones hidrógeno*

pH .....	8,93
----------	------

*Conductividad eléctrica*

398,6 microsiemens/cm a 20° C

**Radiactividad**

Realizada la medida en los aparatos Packard 2425 para centelleo de líquido y Packard-auto Gamma 5110, no se ha detectado niveles radiactivos superiores al ambiente.

**Gases disueltos**

Oxígeno .....	Inapreciable
Anhidrido carbónico .....	Inapreciable
Hidrógeno sulfurado .....	Indicios

**Análisis cuantitativo****Cationes**

Calcio expresado en $\text{Ca}^{2+}$ .....	6,9 mg/l.
Magnesio expresado en $\text{Mg}^{2+}$ .....	1,8 mg/l.
Sodio expresado en $\text{Na}^{+}$ .....	62,4 mg/l.
Potasio expresado en $\text{K}^{+}$ .....	1,3 mg/l.
Litio expresado en $\text{Li}^{+}$ .....	0,4 mg/l.

**Aniones**

Carbonatos expresados en $\text{CO}_3^{2-}$ .....	2,1 mg/l.
Sulfuros expresados en $\text{S}^{2-}$ .....	8,1 mg/l.
Sulfatos expresados en $\text{SO}_4^{2-}$ .....	32,6 mg/l.
Bromuros expresados en $\text{Br}^{-}$ .....	0,3 mg/l.
Fluoruros expresados en $\text{F}^{-}$ .....	1,2 mg/l.
Nitratos expresados en $\text{NO}_3^{-}$ .....	1,8 mg/l.
Silice expresado en $\text{SiO}_3\text{H}^{-}$ .....	65,6 mg/l.
Cloruros expresados en $\text{Cl}^{-}$ .....	39,8 mg/l.

**Microelementos**

Cobre expresado en $\text{Cu}^{2+}$ .....	$2,2 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Níquel expresado en $\text{Ni}^{2+}$ .....	$2,1 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Cinc expresado en $\text{Zn}^{2+}$ .....	$8,0 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Plomo expresado en $\text{Pb}^{2+}$ .....	$3,2 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Cadmio expresado en $\text{Cd}^{2+}$ .....	$1,0 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Hierro expresado en $\text{Fe}^{2+}$ .....	$12,5 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Manganeso expresado en $\text{Mn}^{2+}$ .....	$3,6 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Ioduros expresado en $\text{I}^{-}$ .....	$1,0 \cdot 10^{-2}$ mg/l.

### Concentración iónica

De las cifras anteriores se ha deducido la concentración molecular e iónica, expresándola respectivamente, en milimoles y milivales por litro. Los resultados se exponen a continuación:

<u>CATIONES</u>	<u>mg/l.</u>	<u>Milimoles</u>	<u>Milivales (meq/l.)</u>	<u>Milivales %</u>
Calcio	6,9	0,172	0,344	10,4
Magnesio	1,8	0,071	0,142	4,3
Sodio	62,4	2,717	2,717	82,5
Potasio	1,3	0,033	0,033	1,0
Litio	0,4	0,058	0,058	1,8
			<u>3,294</u>	<u>100,0</u>

<u>ANIONES</u>	<u>mg/l.</u>	<u>Milimoles</u>	<u>Milivales (meq/l.)</u>	<u>Milivales %</u>
Carbonatos	2,1	0,035	0,070	2,1
Cloruros	39,8	1,122	1,122	34,0
Sulfuros	8,1	0,253	0,506	15,4
Sulfatos	32,6	0,340	0,680	20,6
Bromuros	0,3	0,037	0,037	1,1
Fluoruros	1,2	0,006	0,006	0,3
Nitratos	1,8	0,024	0,024	0,7
Bisilicatos	65,6	0,849	0,849	25,8
			<u>3,294</u>	<u>100,0</u>

Se consideró de interés, la comprobación de la ausencia de posibles contaminantes, determinándose: nitritos, amoníaco, fosfatos, cianuros, fenoles, detergentes, hidrocarburos, aceites y grasas y los resultados fueron negativos en todos los casos.

## ANALISIS QUIMICO MANANTIAL ESTUFA

### Caracteres generales

El agua es:

- Limpia
  - Color inferior a 1 mg (Pt/Co)
  - Olor
  - Sabor
  - Turbidez
- } Típico de las aguas sulfuradas, conservando el olor a sulfhídrico durante varios días.
- } No sobrepasa las 2 U.N.F.

*Determinaciones generales*

Residuo fijo a 110° C .....	301 mg/l.
Dureza total .....	1,8° F
D.Q.O. (Oxidabilidad al permanganato) .....	2,3 mg/l O <sub>2</sub>

*Constantes físico—químicas*

*Temperatura de emergencia* Fecha 26-IX-1987 — 13 h.

Temperatura en la estufa .....	28° C
Temperatura del agua .....	50,5° C

*Densidad*

Densidad a 4° C .....	1,005
Densidad a 50,5° C.....	1,001

*Índice de refracción*

Índice de refracción a 15° C.....	1,330
-----------------------------------	-------

*Descenso crioscópico*

Descenso crioscópico .....	0,02° C
----------------------------	---------

*Contenido en moliones*

Moliones por litro .....	0,015
--------------------------	-------

*Presión osmótica*

Atmósferas .....	0,293
------------------	-------

*Concentraciones de iones hidrógeno*

pH .....	8,9
----------	-----

*Conductividad eléctrica*

385,6 microsiemens/cm. a 20° C

### *Radiactividad*

Realizada la medida en los aparatos Packard 2425 para centelleo de líquido y Packard-auto Gamma 5110, no se ha detectado niveles radiactivos superior al ambiente.

### *Gases disueltos*

Oxígeno .....	Inapreciable
Anhídrido carbónico .....	Inapreciable
Hidrógeno sulfurado .....	Indicios

### **Análisis cuantitativo**

#### *Cationes*

Calcio expresado en $\text{Ca}^{2+}$ .....	5,6 mg/l.
Magnesio expresado en $\text{Mg}^{2+}$ .....	1,4 mg/l.
Sodio expresado en $\text{Na}^{+}$ .....	93,7 mg/l.
Potasio expresado en $\text{K}^{+}$ .....	1,2 mg/l.
Litio expresado en $\text{Li}^{+}$ .....	0,4 mg/l.

#### *Aniones*

Carbonatos expresados en $\text{CO}_3^{2-}$ .....	2,9 mg/l.
Sulfuros expresados en $\text{S}^{2-}$ .....	10,2 mg/l.
Sulfatos expresados en $\text{SO}_4^{2-}$ .....	43,3 mg/l.
Bromuros expresados en $\text{Br}^{-}$ .....	0,3 mg/l.
Fluoruros expresados en $\text{F}^{-}$ .....	1,9 mg/l.
Nitratos expresados en $\text{NO}_3^{-}$ .....	2,9 mg/l.
Silice expresado en $\text{SiO}_3\text{H}^{-}$ .....	88,8 mg/l.
Cloruros expresado en $\text{Cl}^{-}$ .....	59,8 mg/l.

#### *Microelementos*

Cobre expresado en $\text{Cu}^{2+}$ .....	$1,9 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Niquel expresado en $\text{Ni}^{2+}$ .....	$1,4 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Cinc expresado en $\text{Zn}^{2+}$ .....	$9,5 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Plomo expresado en $\text{Pb}^{2+}$ .....	$3,1 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Cadmio expresado en $\text{Cd}^{2+}$ .....	$0,9 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Hierro expresado en $\text{Fe}^{2+}$ .....	$20,2 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Manganeso expresado en $\text{Mn}^{2+}$ .....	$2,1 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Ioduros expresado en $\text{I}^{-}$ .....	$1,0 \cdot 10^{-2}$ mg/l.

**Concentración iónica**

De las cifras anteriores se ha deducido la concentración molecular e iónica, expresándola respectivamente, en milimoles y milivales por litro. Los resultados se exponen a continuación:

<b>CATIONES</b>	<b>mg/l.</b>	<b>Milimoles</b>	<b>Milivales (meq/l.)</b>	<b>Milivales %</b>
Calcio	5,6	0,139	0,278	6,1
Magnesio	1,4	0,057	0,114	2,5
Sodio	93,7	4,081	4,081	89,4
Potasio	1,2	0,038	0,038	0,8
Litio	0,4	0,057	0,057	1,2
			<u>4,568</u>	<u>100,0</u>

<b>ANIONES</b>	<b>mg/l.</b>	<b>Milimoles</b>	<b>Milivales (meq/l.)</b>	<b>Milivales %</b>
Carbonatos	2,9	0,049	0,098	2,1
Cloruros	59,8	1,686	1,686	36,9
Sulfuros	10,2	0,319	0,638	14,0
Sulfatos	43,3	0,451	0,902	19,7
Bromuros	0,3	0,037	0,037	0,8
Fluoruros	1,9	0,010	0,010	0,2
Nitratos	2,9	0,048	0,048	1,1
Bisilicatos	88,8	1,149	1,149	25,2
			<u>4,568</u>	<u>100,0</u>

Se consideró de interés, la comprobación de la ausencia de posibles contaminantes, determinándose: nitritos, amoníaco, fosfatos, cianuros, fenoles, detergentes, hidrocarburos, aceites y grasas y los resultados fueron negativos en todos los casos.

**ANALISIS QUIMICO MANANTIAL FUENTE DEL BOSCH****Caracteres generales**

El agua es:

- Limpia
  - Color inferior a 1 mg (Pt/Co)
  - Olor
  - Sabor
  - Turbidez
- } Típico de las aguas sulfuradas, conservando el olor a sulfhídrico durante varios días.
- } No sobrepasa las 2 U.N.F.

*Determinaciones generales*

Residuo fijo a 110° C .....	241 mg/l.
Dureza total .....	1,4° F
D.Q.O. (Oxidabilidad al permanganato) .....	1,9 mg/l. en O <sub>2</sub>

*Constantes físico—químicas*

*Temperatura de emergencia* Fecha 26-IX-1987 — 12 h.

Temperatura exterior .....	12° C
Temperatura del agua .....	30,5° C

*Densidad*

Densidad a 4° C .....	1,005
Densidad a 30,5° C.....	1,002

*Indice de refracción*

Indice de refracción a 15° C.....	1,322
-----------------------------------	-------

*Descenso crioscópico*

Descenso crioscópico .....	0,02° C
----------------------------	---------

*Contenido en moliones*

Moliones por litro .....	0,014
--------------------------	-------

*Presión osmótica*

Atmósferas .....	0,286
------------------	-------

*Concentraciones de iones hidrógeno*

pH .....	9,2
----------	-----

*Conductividad eléctrica*

242,6 microsiemens/cm a 20° C

*Radiactividad*

Realizada la medida en los aparatos Packard 2425 para centelleo de líquido y Packard-auto Gamma 5110, no se ha detectado niveles radiactivos superiores al ambiente.

*Gases disueltos*

Oxígeno .....	Inapreciable
Anhidrido carbónico .....	Inapreciable
Hidrógeno sulfurado .....	Indicios

**Análisis cuantitativo***Cationes*

Calcio expresado en $\text{Ca}^{2+}$ .....	3,8 mg/l.
Magnesio expresado en $\text{Mg}^{2+}$ .....	1,0 mg/l.
Sodio expresado en $\text{Na}^{+}$ .....	89,9 mg/l.
Potasio expresado en $\text{K}^{+}$ .....	0,9 mg/l.
Litio expresado en $\text{Li}^{+}$ .....	0,4 mg/l.

*Aniones*

Carbonatos expresados en $\text{CO}_3^{2-}$ .....	1,8 mg/l.
Sulfuros expresados en $\text{S}^{2-}$ .....	9,2 mg/l.
Sulfatos expresados en $\text{SO}_4^{2-}$ .....	38,4 mg/l.
Bromuros expresados en $\text{Br}^{-}$ .....	0,3 mg/l.
Fluoruros expresados en $\text{F}^{-}$ .....	1,8 mg/l.
Nitratos expresados en $\text{NO}_3$ .....	1,5 mg/l.
Silice expresado en $\text{SiO}_3\text{H}^{-}$ .....	72,2 mg/l.
Cloruros expresados en $\text{Cl}^{-}$ .....	43,3 mg/l.

*Microelementos*

Cobre expresado en $\text{Cu}^{2+}$ .....	$3,7 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Niquel expresado en $\text{Ni}^{2+}$ .....	$4,1 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Cinc expresado en $\text{Zn}^{2+}$ .....	$4,7 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Plomo expresado en $\text{Pb}^{2+}$ .....	$1,2 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Cadmio expresado en $\text{Cd}^{2+}$ .....	$1,1 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Hierro expresado en $\text{Fe}^{2+}$ .....	$14,2 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Manganeso expresado en $\text{Mn}^{2+}$ .....	$2,5 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Ioduros expresado en $\text{I}^{-}$ .....	$1,0 \cdot 10^{-2}$ mg/l.

### Concentración iónica

De las cifras anteriores se ha deducido la concentración molecular e iónica, expresándola respectivamente, en milimoles y milivales por litro. Los resultados se exponen a continuación:

<u>CATIONES</u>	<u>mg/l.</u>	<u>Milimoles</u>	<u>Milivales (meq/l.)</u>	<u>Milivales %</u>
Calcio	3,8	0,059	0,118	2,8
Magnesio	1,0	0,042	0,084	2,0
Sodio	89,9	3,914	3,914	93,2
Potasio	0,9	0,023	0,023	0,5
Litio	0,4	0,057	0,057	1,5
			4,196	100,0

<u>ANIONES</u>	<u>mg/l.</u>	<u>Milimoles</u>	<u>Milivales (meq/l.)</u>	<u>Milivales %</u>
Carbonatos	1,8	0,300	0,600	14,3
Coruros	43,3	1,221	1,221	29,1
Sulfuros	9,2	0,287	0,574	13,7
Sulfatos	38,4	0,400	0,800	19,1
Bromuros	0,3	0,037	0,037	0,9
Fluoruros	1,8	0,006	0,006	0,1
Nitratos	1,5	0,024	0,024	0,6
Bisilicatos	72,2	0,934	0,934	22,2
			4,196	100,0

Se consideró de interés, la comprobación de la ausencia de posibles contaminantes, determinándose: nitritos, amoníaco, fosfatos, cianuros, fenoles, detergentes, hidrocarburos, aceites y grasas y los resultados fueron negativos en todos los casos.

## ANALISIS QUIMICO MANANTIAL FUENTE TARTERA

### Caracteres generales

El agua es:

- Limpia
  - Color inferior a 1 mg (Pt/Co)
  - Olor
  - Sabor
  - Turbidez
- } Típico de las aguas sulfuradas, conservando el olor a sulfhídrico durante varios días.
- No sobrepasa las 2 U.N.F.

*Determinaciones generales*

Residuo fijo a 110° C .....	285 mg/l.
Dureza total .....	1,3° F
D.Q.O. (Oxidabilidad al permanganato) .....	2,3 mg/l. en O <sub>2</sub>

*Constantes físico—químicas*

*Temperatura de emergencia*    Fecha 26-IX-1987 — 12 h 30'.

Temperatura del ambiente exterior .....	12° C
Temperatura del agua .....	43° C.

*Densidad*

Densidad a 4° C .....	1,006
Densidad a 43° C .....	1,002

*Índice de refracción*

Índice de refracción a 15° C .....	1,330
------------------------------------	-------

*Descenso crioscópico*

Descenso crioscópico .....	0,02° C
----------------------------	---------

*Contenido en moliones*

Moliones por litro .....	0,014
--------------------------	-------

*Presión osmótica*

Atmósferas .....	0,271
------------------	-------

*Concentraciones de iones hidrógeno*

pH .....	9,0
----------	-----

*Conductividad eléctrica*

311,3 microsiemens/cm. a 20° C

### *Radiactividad*

Realizada la medida en los aparatos Packard 2425 para centelleo de líquido y Packard-auto Gamma 5110. no se ha detectado niveles radiactivos superiores al ambiente.

### *Gases disueltos*

Oxígeno .....	Inapreciable
Anhídrido carbónico .....	Inapreciable
Hidrógeno sulfurado .....	Indicios

### **Análisis cuantitativo**

#### *Cationes*

Calcio expresado en $\text{Ca}^{2+}$ .....	5,3 mg/l.
Magnesio expresado en $\text{Mg}^{2+}$ .....	0,9 mg/l.
Sodio expresado en $\text{Na}^+$ .....	92,8 mg/l.
Potasio expresado en $\text{K}^+$ .....	1,2 mg/l.
Litio expresado en $\text{Li}^+$ .....	0,4 mg/l.

#### *Aniones*

Carbonatos expresados en $\text{CO}_3^{2-}$ .....	3,1 mg/l.
Sulfuros expresados en $\text{S}^{2-}$ .....	10,0 mg/l.
Sulfatos expresados en $\text{SO}_4^{2-}$ .....	39,8 mg/l.
Bromuros expresados en $\text{Br}^-$ .....	0,3 mg/l.
Fluoruros expresados en $\text{F}^-$ .....	1,8 mg/l.
Nitratos expresados en $\text{NO}_3^-$ .....	4,1 mg/l.
Silice expresado en $\text{SiO}_3\text{H}^-$ .....	78,5 mg/l.
Cloruros expresados en $\text{Cl}^-$ .....	68,2 mg/l.

#### *Microelementos*

Cobre expresado en $\text{Cu}^{2+}$ .....	$2,5 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Níquel expresado en $\text{Ni}^{2+}$ .....	$1,9 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Cinc expresado en $\text{Zn}^{2+}$ .....	$11,3 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Plomo expresado en $\text{Pb}^{2+}$ .....	$4,6 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Cadmio expresado en $\text{Cd}^{2+}$ .....	$0,9 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Hierro expresado en $\text{Fe}^{2+}$ .....	$10,5 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Manganeso expresado en $\text{Mn}^{2+}$ .....	$3,1 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Ioduros expresado en $\text{I}^-$ .....	$1,0 \cdot 10^{-2}$ mg/l.

*Concentración iónica*

De las cifras anteriores se ha deducido la concentración molecular e iónica, expresándola respectivamente, en milimoles y milivales por litro. Los resultados se exponen a continuación:

<u>CATIONES</u>	<u>mg/l.</u>	<u>Milimoles</u>	<u>Milivales (meq/l.)</u>	<u>Milivales ‰</u>
Calcio	5,3	0,132	0,264	5,9
Magnesio	0,9	0,037	0,074	1,7
Sodio	92,8	4,039	4,039	90,4
Potasio	1,2	0,031	0,031	0,7
Litio	0,4	0,057	0,057	1,3
			4,465	100,0

<u>ANIONES</u>	<u>mg/l.</u>	<u>Milimoles</u>	<u>Milivales (meq/l.)</u>	<u>Milivales ‰</u>
Carbonatos	3,1	0,052	0,104	2,3
Cloruros	68,2	1,923	1,923	43,1
Sulfuros	10,0	0,312	0,624	14,0
Sulfatos	39,8	0,415	0,830	18,2
Bromuros	0,3	0,037	0,037	0,8
Fluoruros	1,8	0,009	0,009	0,2
Nitratos	4,1	0,066	0,066	1,5
Bisilicatos	78,5	0,887	0,887	19,9
			4,465	100,0

Se consideró de interés, la comprobación de la ausencia de posibles contaminantes, determinándose: nitritos, amoníaco, fosfatos, cianuros, fenoles, detergentes, hidrocarburos, aceites y grasas y los resultados fueron negativos en todos los casos.

**ANALISIS QUIMICO MANANTIAL DE CANEN***Caracteres generales*

El agua es:

- Limpia
  - Color inferior a 1 mg (Pt/Co)
  - Olor
  - Sabor
  - Turbidez
- } Típico de las aguas sulfuradas, conservando el olor a sulfhídrico durante varios días.
- No sobrepasa las 2 U.N.F.

*Determinaciones generales*

Residuo fijo a 110° C .....	231 mg/l.
Dureza total .....	2,4° F
D.Q.O. (Oxidabilidad al permanganato) .....	1,8 mg/l. en O <sub>2</sub>

*Constantes físico-químicas*

*Temperatura de emergencia* Fecha 26-IX-1987 — 12 h.

Temperatura del ambiente exterior .....	12,5° C
Temperatura del agua .....	38,5° C

*Densidad*

Densidad a 4° C .....	1,005
Densidad a 38,5° C .....	1,002

*Indice de refracción*

Indice de refracción a 15° C .....	1,320
------------------------------------	-------

*Descenso crioscópico*

Descenso crioscópico .....	0,02° C
----------------------------	---------

*Contenido en moliones*

Moliones por litro .....	0,014
--------------------------	-------

*Presión osmótica*

Atmósferas .....	0,212
------------------	-------

*Concentraciones de iones hidrógeno*

pH .....	8,35
----------	------

*Conductividad eléctrica*

272,1 microsiemens/cm a 20° C

*Radiactividad*

Realizada la medida en los aparatos Packard 2425 para centelleo de

líquido y Packard-auto Gamma 5110, no se ha detectado niveles radiactivos superiores al ambiente.

### *Gases disueltos*

Oxígeno .....	Inapreciable
Anhídrido carbónico .....	Inapreciable
Hidrógeno sulfurado .....	Indicios

### **Análisis cuantitativo**

#### *Cationes*

Calcio expresado en $\text{Ca}^{2+}$ .....	7,2 mg/l.
Magnesio expresado en $\text{Mg}^{2+}$ .....	1,1 mg/l.
Sodio expresado en $\text{Na}^{+}$ .....	71,2 mg/l.
Potasio expresado en $\text{K}^{+}$ .....	0,8 mg/l.
Litio expresado en $\text{Li}^{+}$ .....	0,4 mg/l.

#### *Aniones*

Carbonatos expresados en $\text{CO}_3^{2-}$ .....	2,1 mg/l.
Sulfuros expresados en $\text{S}^{2-}$ .....	8,1 mg/l.
Sulfatos expresados en $\text{SO}_4^{2-}$ .....	32,6 mg/l.
Bromuros expresados en $\text{Br}^{-}$ .....	0,3 mg/l.
Fluoruros expresados en $\text{F}^{-}$ .....	1,2 mg/l.
Nitratos expresados en $\text{NO}_3^{-}$ .....	1,8 mg/l.
Silice expresado en $\text{SiO}_3\text{H}^{-}$ .....	65,6 mg/l.
Cloruros expresados en $\text{Cl}^{-}$ .....	39,8 mg/l.

#### *Microelementos*

Cobre expresado en $\text{Cu}^{2+}$ .....	$2,25 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Niquel expresado en $\text{Ni}^{2+}$ .....	$2,12 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Cinc expresado en $\text{Zn}^{2+}$ .....	$8,00 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Plomo expresado en $\text{Pb}^{2+}$ .....	$3,20 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Cadmio expresado en $\text{Cd}^{2+}$ .....	$1,20 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Hierro expresado en $\text{Fe}^{2+}$ .....	$9,50 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Manganeso expresado en $\text{Mn}^{2+}$ .....	$1,10 \cdot 10^{-3}$ mg/l.
Ioduros expresado en $\text{I}^{-}$ .....	$1,00 \cdot 10^{-2}$ mg/l.

#### *Concentración iónica*

De las cifras anteriores se ha deducido la concentración molecular e

iónica, expresándola respectivamente, en milimoles y milivales por litro. Los resultados se exponen a continuación:

<u>CATIONES</u>	<u>mg/l.</u>	<u>Milimoles</u>	<u>Milivales (meq/l.)</u>	<u>Milivales ‰</u>
Calcio	7,2	0,180	0,360	10,9
Magnesio	1,1	0,045	0,090	2,7
Sodio	71,2	2,766	2,766	83,9
Potasio	0,8	0,026	0,026	0,8
Litio	0,4	0,057	0,057	1,7
			3,299	100,0

<u>ANIONES</u>	<u>mg/l.</u>	<u>Milimoles</u>	<u>Milivales (meq/l.)</u>	<u>Milivales ‰</u>
Carbonatos	2,1	0,035	0,070	2,1
Cloruros	39,8	1,122	1,122	34,0
Sulfuros	8,1	0,253	0,506	15,3
Sulfatos	32,6	0,340	0,680	20,6
Bromuros	0,3	0,037	0,037	1,1
Fluoruros	1,2	0,006	0,006	0,2
Nitratos	1,8	0,029	0,029	0,9
Bisilicatos	65,6	0,849	0,849	25,8
			3,299	100,0

Se consideró de interés, la comprobación de la ausencia de posibles contaminantes, determinándose: nitritos, amoníaco, fosfatos, cianuros, fenoles, detergentes, hidrocarburos, aceites y grasas y los resultados fueron negativos en todos los casos.

### CONCLUSIONES

- 1.º.— Todos los manantiales analizados del Balneario de Caldas de Bohí tienen una composición físico-química muy análoga.
- 2.º.— Por tener un residuo fijo inferior a 500 mg/l., se trata de aguas de *mineralización débil*.
- 3.º.— Por emerger a temperatura superior a 50° C los manantiales «Aguas de Baños» y «Estufa» han de considerarse como aguas *hipertermales*. Los otros tres manantiales «Fuente del Bosch», «Fuente Tartera» y «Canen» por emerger a temperaturas entre 30° y 50° C han de considerarse como aguas *mesotermales*.

- 4.º.— Por tener una presión osmótica inferior a la del plasma sanguíneo son *hipotónicas*.
- 5.º.— Por predominio manifiesto de cloruros y sodio, se tratan de aguas *cloruradas sódicas*.  
Por contener fluor y litio, se pueden considerar como aguas *fluoruradas y litínicas*.  
Por la presencia de sulfuros alcalinos, se pueden clasificar como aguas *sulfuradas*.

# LA CURA TERMAL EN EL ESTABLECIMIENTO BALNEARIO DE CALDAS DE BOHI

DR. AGUSTIN VALERO CASTEJON

*Director médico*

## 1.— Generalidades.

Situado en el Valle de Bohi, que reúne en su breve extensión, algunas de las cumbres más altas y esbeltas de todo el Pirineo, y parajes extraordinarios, con un conjunto de obras del Arte Románico, casi único en el mundo. Josep Pla decía «El fenómeno hídrico de Caldas de Bohi es uno de los prodigios mayores de esta región catalana».

Existen 37 manantiales, los principales: Bou, Tartera, Baños, Estufa, Canem, Avellaner, Capellans, Bosch, Santa Lucía, Boix, Salenca, Ferruginosa, etc.

García Puerta en sus estudios analíticos, los clasifica en: Temperatura de 4 a 54°C. Oligometálicas, Hipotónicas, Cloruradas, Sulfuradas, Sulfatadas, Bicarbonatadas (Bou y Avellaner), Radiactivas, Sódicas, Calcicas y Magnésicas con anhídrico silícico, fluor, hierro. La presencia de silicio (antiguamente se hablaba de aguas silicatadas) las hacen «untuosas», formando una placa coloidal, que facilita la aplicación en afecciones dermatológicas.

Armijo Castro y col. demuestran que estas proporciones de sílice, no se relacionan con la mineralización, pH, ni temperatura.

Tienen un pH elevado (superior a 8). No se encuentran bicarbonatos (en general), tampoco CO<sub>2</sub> libre ni CO<sub>3</sub>H, pero sí carbonatos.

Puede que al ingerirlas, y ponerse en contacto con el pH tan bajo del jugo gástrico, disminuirá el del agua y pudieran formarse bicarbonatos, con efectos de sedación y regularización de la secreción gástrica.

Con este pH, se aísla sulfhidratos e hidrógeno sulfurado «SH» y si fuera superior a 9: S<sub>2</sub>.

La RADIATIVIDAD es de 18 nC/1, escasa para obtener resultados por vía oral o local, únicamente en inhalaciones, cuya concentración mínima exigida es 29 nC/1.

## 2.— Acción Local y general de estas aguas.

### 2—1 *Térmica.*

El calor provoca reacción vasomotora, más intensa en extremidades que en tronco y abdomen; se dilatan los vasos, aumenta la velocidad de sangre circulante y el volúmen minuto.

Libera sustancias histaminoides, peptidos activos que contribuyen a mejorar el trofismo celular.

Aparecen sustancias endorfinicas, que al elevar el umbral del dolor, disminuyen la sensibilidad al mismo.

### 2—2 *Mecánica. (Baños. Piscinas. Duchas. Chorros).*

a. Efecto de flotación y empuje. Como consecuencia una aparente pérdida de peso y una mejor movilidad articular.

b. Presión hidrostática. Favorece la circulación de retorno y las prácticas balneoterápicas.

c. La cohesión y viscosidad, que en el seno del agua dificulta el desplazamiento, lo que permite realizar ejercicios facilitados o contra resistencia.

### 2—3 *Mineralización.*

Los iones que componen estas aguas atraviesan la piel, a pesar de las primeras ideas del prof. MILNE, que lo consideraba difícil, después DREXEL y colab lo comprobaron con elementos marcados.

El ANION CLORURO, interviene en el balance iónico del líquido intersticial y del plasma, en el equilibrio ácido base, regulación de la presión arterial etc.

El AZUFRE, en forma de ácido sulfhúrico o ácidos polisulfhúricos (SH<sub>2</sub> y SH).

Se absorbe por vía digestiva, respiratoria y piel, y se elimina por vía biliar, intestino y riñón, en menor proporción por piel y aire espirado.

Acción antitóxica. Antianafiláctica y Antialérgica. Antiséptica Vasodilatadora y estimuladora de metabolismo y trofismo. Mejora la capacidad funcional de la mucosa bronquial.

El ANION SULFATO, condiciona efectos de hipertonidad extracelular Antiflogística. Inhibidora de secreciones y Antiespasmódica.

El SODIO catión extracelular, regula el volumen hídrico y la osmolalidad, equilibrio ácido base y sistemas enzimáticos y hormonales, etc.

El CALCIO en líquidos extracelulares, importante en la actividad del sistema nervioso, corazón, vasos, coagulación de la sangre, osificación, etc., siempre en forma iónica.

El MAGNESIO, mantiene la integridad del sistema neuromuscular, depresor del sistema nervioso central, y activador del sistema enzimático.

El POTASIO, en la polaridad de la membrana celular; conducción y transmisión del impulso nervioso y en la contracción del músculo.

El FLUOR, relacionado con el esmalte dental y la inhibición de la glucólisis anaerobia.

La RADIATIVIDAD, con su actividad antiespasmódica, sedante, antiálgica.

### 2—4 *Acción: Específica e inespecífica.*

Descritas por REILLY y por SELYE, con una fase de alarma y otra de adaptación, influenciadas por el vegetativo y el neuro—endocrino; constituyendo el SISTEMA GENERAL DE ADAPTACION.

Las aguas minerales ponen en marcha estas defensas, con sus modificaciones en elementos formes sanguíneos, albúminas, globulinas, esteroides, etc. A ello se añaden efectos psicotropos y de sugestión inconsciente.

### 3.— **Clima.**

La ESTACION TERMAL está situada a 1.500 m.

El aire es puro y seco. MICROCLIMA con baja presión atmosférica y menos concentración de oxígeno en sangre. Gran luminosidad y transparencia.

Los vientos siguen la dirección del valle: de Norte a Sur, empieza a las diez de la mañana entre brisa ligera o borrascas.

Y de Noroeste a Suroeste, no tiene hora, significa tiempo irregular.

Las tormentas son frecuentes, con granizo y fenómenos eléctricos. Consideramos como factores climáticos primarios, la presión atmosférica y la humedad.

Es un CLIMA DE MONTAÑA, que actúa sobre deprimidos, anémicos, convalecientes, stress, etc., mejora la circulación y ventilación pulmonar, y los trastornos metabólicos.

### 4.— **Técnicas hidroterápicas.**

Hasta el año 1952, no se podía llegar al Balneario sino en caballerías. A partir de entonces uno de sus copropietarios WALTER ANKLI (ya fallecido), con gran intuición y capacidad, realiza la reforma total de la infraestructura, funda un nuevo y gran hotel y el actual Establecimiento de Baños y Servicios y lo convierte en una de las primeras Estaciones Termales Europeas. Como médico Director, me siento orgulloso de su obra y admirado de los beneficiosos efectos en los enfermos.

### 4—1 *Cura en bebida.*

Ingerida el agua, va seguida de rápida absorción en intestino, llega a torrente circulatorio, parte a los hematíes, otra al plasma al que diluye, se elimina por riñón o pasa al espacio extracelular, frenando la producción de hormona antidiurética. A su vez la ALDOSTERONA favorece la retención de sodio y eliminación de potasio, siendo la consecuencia una DIURESIS.

De las fuentes AVELLANER y BOU hasta dos litros diarios. Y 1 a 2 vasos en ayunas y antes de comer de las demás.

#### 4—2 Baños. (*Del manantial Tartera, Baños, Estufa, Canem, etc.*).

Pionero de esta técnica fué PRIESNITZ, con el empleo del agua fría o a temperaturas variables, así como KNEIPP que a la hidroterapia sumaba la dietética, el empleo de plantas, ejercicios y ordenación de la vida.

Utilizamos amplias bañeras, para facilitar el ejercicio, siguiendo ideas del Hospital Ortopédico de Los Angeles.

Buscamos el efecto mecánico, térmico y químico, así como la respuesta del organismo, que anteriormente describimos.

Se toman a temperaturas de 36 a 39 grados, durante unos 20 a 30 minutos, seguidos de un período de una a dos horas de reposo.

##### 4—2—1 Baño burbujeante. (*A temperatura de 36 a 40°. 15 minutos*).

A través de unos orificios situados en las paredes y fondo de la bañera salen burbujas de aire, que se mezclan con el agua.

El choque sobre la piel, produce un masaje hídrico, regular, suave, excita los nervios superficiales y del neurovegetativo, modificando la excitabilidad muscular, vascular y nerviosa con acción anticontracturante, anestésica y vasodilatadora.

##### 4—2—2 Baño masaje con ducha subacuática.

El enfermo en una gran bañera de agua corriente, a temperatura de 36 a 40 grados. Las duchas se realizan por el bañero, a través de unas boquillas, cuyos orificios varían de 40 a 140 mm<sup>2</sup>, los más corrientes de 80.

Las más anchas, tienen las características de que el agua que sale, es poco penetrante y la acción por tanto superficial; en cambio en las más estrechas la penetración es mayor y de acción profunda.

El tiempo total es de 35 minutos distribuidos: 5 minutos adaptación al agua del baño, 15 minutos masaje realizado por el chorro del agua con boquilla ancha y a presión reducida por todo el cuerpo. La distancia de la piel es de unos 12 cm y la presión de 4 a 5 atmósferas. 10 minutos aplicación del chorro desde las piernas hacia el corazón con variaciones de temperatura y movimientos lentos, 5 minutos de masaje general con las duchas a través del agua, 30 minutos de descanso.

Se realizan cambios de temperatura y presión.

A los efectos de los baños ya descritos se suman los de duchas, tónicos, sedativos, relajantes, vasoconstrictores y dilatadores según la temperatura del agua.

##### 4—2—3 Baños de extremidades inferiores.

Se introducen piernas y pies, en recipientes por los cuales circula el agua y de cuyas paredes salen unos chorros que con variaciones de temperatura y presión se dirigen hacia los miembros. Además el pie se apoya sobre una placa que tiene movimientos de flexión y extensión.

Pueden ser hiperhémiantes o vasoconstrictores, relajantes, analgésico, etc. De interés en enfermedades vasculares, para regular la circulación, es lo

que los americanos llaman Pavaex interesante en procesos espasmódicos periféricos.

#### 4—3 *Piscinas.*

En Caldas de Bohi, existen 3 piscinas al aire libre y una cubierta de agua minero—medicinal, con temperaturas distintas. Además una de rehabilitación con monitores.

Todas ellas reúnen condiciones de superficie y profundidad, para la práctica de la hidrocinesiterapia, tan fundamental sobre todo para tratar las enfermedades reumáticas y del aparato locomotor.

Están instaladas en amplios espacios, con variaciones en profundidad, la existencia de barras paralelas, barras de apoyo, tablas de fijación o plintos, bastones flotantes, zapatillas lastradas, etc. contribuyen a favorecer la práctica de ejercicios para recuperación.

#### 4—4 *Duchas.*

En general las duchas son un complemento de los baños.

El bañero debe tener gran agilidad de antebrazo y muñeca, para dar al chorro movimientos de látigo, o deslizantes. El dedo índice debe estar en contacto con el chorro, para romperlo más o menos. Además se disponen de pomos, en boca de carpa, abanico, etc.

El paciente gira durante la aspersión sobre sí mismo, levantando los brazos, para que los chorros lleguen a las partes laterales del tórax. También se emplea «ducha de lluvia» sobre espaldas, y sobre región dorsal y epigástrica.

Permiten aplicar temperaturas mayores y menores que los baños ejercen una acción mecánica intensa: Ducha fría, estimulante, vasoconstrictora y después vasodilatadora. Ducha caliente es estimulante, pero a poca presión sedante. Ducha filiforme, se practica a gran o pequeña presión. Cuadro, del que parten distintas boquillas, regulables a presión y temperatura. Como complemento una manguera para ducha pulverizada.

Puede emplearse en forma suave o violenta, con temperaturas de 37—42°C y a presión de 5 a 7 kg por m<sup>2</sup>. El tamaño de los chorros (10 por 10). Tiempo: segundos o minutos.

Produce vasodilatación, rubefacción, tonifica la epidermis y una acción de dermabrasión, sobre superficies esclerosas, nodulares, o fibrosas, así como las cicatriciales.

#### 4—5 *Gran ducha universal.*

Situada en amplio local, para renovar el aire, y prevenir transtornos a los bañeros. Existe un PUPITRE de ducha, con distintas boquillas, modificaciones de temperatura y presión, para emplear agua fría y las técnicas de ducha escocesa (chorro caliente y después frío).

Cuando se aplica FRIA (15—20 grados) 10 a 30 segundos. **TEMPLADA** (36—38 grados) 1,5 a 3 minutos de abajo arriba. **CALIENTE** (38—41 grados) 1 minuto a 1,5 minutos en todo el cuerpo.

El agua es lanzada sobre el cuerpo en: chorro roto sobre los miembros, en lluvia sobre el cuerpo, en chorro azotante sobre columna.

Evitar: proyección del agua sobre cuello, epigastrio, genitales, mamas, región poplitea, pliegue glúteo. Puede completarse la ducha general por la de lluvia sobre espalda.

**PRODUCE:** Excitación profunda del sistema nervioso, estímulo general circulación y respiración, actividad funcional de todos los órganos y efecto general de tonificación del paciente.

#### *Ducha de difusión y pulverización horizontal.*

El aparato consta de tres vástagos o columnas con 4 cabezas de pulverización cada una, pudiendo ponerse en función todas o parte de ellas con cambios de temperatura y presión. Temperatura 42 grados. Presión 2—4 atmósferas. 3 kg por m<sup>2</sup> sección de los orificios del pomo 15 mm. Duración del tratamiento 15 minutos diarios durante 10 a 15 días.

Además de los efectos de las duchas, actúa por el aerosol que se forma, sobre las mucosas de aparato respiratorio.

#### *4—6 Ducha lumbar y renal.*

El paciente se coloca, sentado en una silla, apoyando los brazos sobre el respaldo, espalda curvada y lo más tendido posible. El bañero da al chorro movimientos de oscilación lenta. Duración 3 a 6 minutos. Temperatura constante o creciente de 35 a 45°C. Tiene acción relajante, antiálgica y excitosecretora.

#### *4—7 Ducha vaginal.*

Con dos técnicas: a) Ducha sobre lecho. b) Ducha sobre bañera.

Necesitamos un aparato de alimentación a presión fija o variable.

Grifos o mezcladores para regulación de temperatura.

Técnicas: 1.— A baja presión, 1 a 10 litros a 37—39°C. 2.— Lavados vaginales, 2 litros por minuto, durante 60 minutos.

Tienen acción mecánica, mejoran irrigación vaginal, son antisépticos y sedantes.

#### *4—8 Ducha intestinal o enema gota a gota.*

Existe un lecho con respaldo y apoya pies regulable, dotado de una apertura para la evacuación del agua y materias fecales en una cubeta de W.C.

Se aplica en forma de: 1.— Lavativas 1/2 a 2 litros a 37°C a baja presión. 2.— Gota a gota 50 a 100 gotas por minuto a 37°C con un volumen de 200 a 1000 cm<sup>3</sup>.

#### 4—9 *Ducha masaje. (Masaje bajo agua).*

Primero empleada en Aix les Bains hace más de un siglo. Importada de Oriente después de la campaña de Bonaparte en Egipto. Los masajistas llevaban los tubos de chorros uno en ingle y otro debajo del brazo.

En la primera parte el enfermo está sentado y los masajistas, riegan y amasan bajo agua los músculos de los miembros, cuello, hombros, y espalda.

En la segunda el enfermo en la mesa, tendido, recibe el agua que sale por unos pomos, situados en un vástago, acompañado de amasado de músculos dorso lumbares y muslos. El vástago se desliza en sentido vertical u horizontal, valiéndose de un contrapeso. El agua proyectada a distintas temperaturas. Además el bañero lleva una manguera bajo la axila, para lanzar chorros de agua, dejándole las manos libres. Termina en una ducha caliente. Duración 20 minutos. Posterior reposo. A la acción de la ducha se une la de masaje.

#### 5.— **Lodos. Fangos.**

Son productos naturales, formados por la mezcla de agua mineral y un componente sólido (materias orgánicas), en el cual se desarrolla un complejo orgánico, producido por crecimiento de algas y bacterias.

En Caldas se emplea resina de policloruro de vinilo y Turba Humer, con un pH de 6, se contamina si pasa de 7. Las aguas minerales actúan sobre esta mezcla, situada en unos grandes depósitos, que se comunican, y en los que sufre el proceso de maduración, como mínimo de 1 año.

Posteriormente se recogen en un agitador de la casa TRAUWEN, cuya caldera tiene una capacidad para 300 litros, necesitando 30 minutos de actuación. Se vacía por el fondo. Posee una serie de controles de temperatura y de nivel de agua.

Los lodos se colocan en recipientes o piletas de acero inoxidable, a temperatura de 45°C en el fondo y 39°C en superficie. Son trasladados a las zonas de aplicación, ya sea local o general, en las que el paciente permanece en decúbito supino o sentado (cuando se trata de locales) y sobre el que se colocan capas de unos 10 cm de grosor, a temperatura de 42 grados, durante 20 minutos a 30, va seguido de una ducha y de reposo en habitación o en salas cercanas, con control de temperatura y humedad.

Como características destacamos su untuosidad, plasticidad, retención de calor, y su peculiar conductividad. Tienen una zona de indiferencia termal amplia, por lo que pueden usarse a más alta temperatura y tiempo aplicados, comparados con las aguas minerales (HATA), y aún más, si en ellos predomina la fracción orgánica (HATTORI).

Acción TERMOTERAPICA, con vasodilatación, aceleración de la corriente sanguínea, mejorando el trofismo y los mecanismos defensivos.

Mecánica de compresión sobre piel y tejido blando, favoreciendo la circulación y actúan modificando la respuesta tisular y los fenómenos exudati-

vos e infiltrativos. SEDANTE, ANTIALGICA, ANTIINFLAMATORIA y estimulando la reacción general del organismo, el complejo cuadro descrito por SELYE.

Carmen DE LA ROSA y colaboradores, señalan con todo detalle las variaciones durante la maduración, así como medidas y controles para evitar contaminación.

## 6.— Estufas.

Las de Caldas de Bohi, son unas naturales y otras artificiales.

Las primeras en cuevas de unos 8 m<sup>2</sup>, por cuyas paredes «rocosas», se desliza agua, en ella se encuentran concreciones salinas blancas de sulfuros, cloruros y sulfatos, y en el suelo baregina y glairina, todo resultado de la evaporación.

Son conocidas como de «GIMBERNAT», por considerarlas parecidas a las que describió en el Balneario Aix le Chapelle, con la existencia de gas hidrógeno sulfurado, y otro distinto que tenía las propiedades negativas del nitrógeno, y que el llamó provisionalmente zoógeno y gas termal.

En las memorias de los Médicos Directores a partir de 1850, Doctores MORELLO, MARTIN CASTELLS, MUSOLES, etc, describen una cueva con la posibilidad de tomar baños de vapor. Y el Dr. RECAREDO PEREZ en 1878, señala la existencia de una peña granítica, de 1,5 m de ancha por 1 m de alta, cortada por una grieta vertical, de la que sale un canal de agua y otro por los extremos de los ángulos que forman la peña. Comunicaba con un recinto «estufa» y esta a su vez con una galería.

El paciente no puede emitir el calor de su cuerpo, la temperatura de la atmósfera es más elevada que la de la piel, no hay evaporación por estar saturada de vapor acuoso. Hay absorción de calor, a pesar de que la conductividad de la piel es 1/25 de la del agua. No se produce refrigeración por el aire inspirado, por tener más temperatura que la del cuerpo. Lo que sí ocurre es una corriente calorífica de fuera a adentro, es TERMOTERAPIA.

Sobre la PIEL, vasodilatación, liberación de sustancias vasoactivas, con modificaciones de circulación y metabolismo tisular.

Los gases absorbidos por vía respiratoria, actúan sobre las mucosas con efectos vasodilatadores, antiespasmódicos, tróficos, antialérgicos y antisépticos. Así como los generales de estímulo a través del neurovegetativo y el endocrino. El TIEMPO DE PERMANENCIA es de 10 a 20 minutos. Al principio se siente una sensación de ahogo y congestión, pero pasa y la respiración se hace regular, se despeja la cabeza y se inicia sudoración abundante.

Ducha fría de segundos, para después reposo de 30 a 60 minutos.

Se diferencian de las saunas; en ellas la temperatura es mayor, pero la humedad y saturación del ambiente menor, por lo que se pierde calor con facilidad.

## **7.—Otorrinolaringología y vías respiratorias altas.**

### *7—1 Inhalaciones.*

Con vapores de agua termal, provocan vasodilatación, efecto anticatarral, antiespástico y antiséptico, así como fluidifica el moco. La boca debe colocarse a la misma altura del inhalador, cómodamente sentado y con los codos apoyados para facilitar la respiración. Boca bien abierta, lengua hacia afuera, para separar la epiglotis, sin mantener esta maniobra mucho tiempo, para evitar náuseas y vómitos.

De 15 a 30 minutos, pasando después a un ambiente de temperatura templada en un par de horas. Los embudos de porcelana, controlados bajo el punto de vista de asepsia.

### *7—2 Pulverizaciones y aerosoles.*

Bien sean gotitas de agua «gruesas» para actuar en vías altas o de menor diámetro «aerosoles», constituyen un sistema coloidal cuyas micelas, tienen carga eléctrica y penetran profundamente. Sesiones de 10 minutos durante 10 días (mañana y tarde).

### *7—3 Ducha nasal.*

A no mucha presión, entrando el agua por un orificio de la nariz, y saliendo por el otro, respirando por la boca.

### *7—4 Baño nasal.*

Con pipeta. Al respirar, el velo del paladar se pone horizontal y se aplica sobre la laringe, impidiendo que el agua caiga sobre vías aéreas. En un segundo tiempo el enfermo reclina la cabeza hacia delante y al lado opuesto, por el que se introdujo el agua y facilita la salida. Duración 5 a 10 minutos, temperatura 36°C.

### *7—5 Ducha faríngea.*

El agua es lanzada contra un cedazo, se pulveriza, y llega a la pared posterior de la faringe, el enfermo respira por la boca.

## **8.— Gimnasio y masajes.**

En Caldas se dispone de un gimnasio, con distintos aparatos para recuperar la función de las diversas articulaciones (espalderas, bicicletas, rueda de hombro, remos, etc).

Indicamos ejercicios isométricos. Otros contra resistencia, con la finalidad de reeducar la actuación de músculos y articulaciones. Especialmente de columna, miembros superiores e inferiores. Movimientos de flexión, extensión, rotación, tracciones, etc.

Existe una sección de masajes generales o locales, con la acción de frotar, percutir y amasar y cuyo resultado es la potencialización de la movilidad y la actuación sobre contracturas y algias.

### 9.— Indicaciones de la cura hidromineral.

*Reumatismos.* Enfermedad del tejido mesenquimal, que evoluciona con dolor, inflamación y limitación de la función.

*Artritis reumatoides. Poliartritis. Espondilartritis anquilopoyetica.*  
*Artritis infecciosas.*

*Reumatismos psicógenos.* Bien estudiados por ROTÉS, son cuadros de dolores musculares, esqueléticos, fatiga, con una causa psíquica.

*Artrosis de columna, cadera, hombro, rodillas, manos, pies, etc.*

*Artrosis climatericas. Metabólicas. Gotosas.*

*Envejecimiento condro—articular.*

*Fibrositis. Mialgias. Neuralgias.*

*Enfermedades musculares.*

*Secuelas post traumáticas.*

*Algodistrofias.*

*Enfermedades de aparato respiratorio:* Procesos de tipo alérgico, inflamatorios, asmáticos, etc.

*Oftalmología.* Conjuntivas y párpados.

*Otorrinolaringología:* en base de cronicidad. Adenoidismo. Rinitis. Otitis. Sinusitis.

*Dermatología:* Buenos efectos en dermatosis, acné, pruritos, eczema, intertrigo, liquen, urticarias, etc.

*Celulitis.*

En *Psoriasis*, mi experiencia en formas extensas, no en las fijas localizadas. Aplicando baños de 15 minutos, en algunos casos acompañados de ducha filiforme, sesiones de 15 días, con reposos posterior de 30 minutos. Agua en bebida 200 cm<sup>3</sup> en ayunas. Y combinamos con helioterapia. Conocemos los buenos efectos de la luz ultravioleta, asociada a Psoralenosfotosensibili-

zantes, que constituyen el método PUVA. En algunos Centros se combina con Talasoterapia. FUENTES Y SAN MARTIN, lo han ensayado en Mallorca.

*Aparato digestivo:* Gastritis. Enteropatías. Estreñimiento. Insuficiencias hepáticas.

*Aparato urinario.* Curas de diuresis (Avellanec) en litiasis.

*Procesos neuróticos.* Cansancio. Agotamiento. Puesta a punto.

*Ginecología:* dolores crónicos. Salpingitis. Esterilidad por amenorrea.

*Procesos vasculares periféricos:* Arteriales y venosos.

En los 10 años que llevo de Médico Director, un 46% son reumáticos artrósicos. Un 14% A. respiratorio. Un 10% procesos dermatológico. 6% de aparato digestivo. 2% renales. Y el resto enfermedades metabólicas, obesidad, cansancio, puesta a punto, etc.

## 10.—Contraindicaciones.

*Procesos agudos en período de actividad.*

*Tumores malignos.*

*Insuficiencia cardiaca descompensada. Insuficiencia vascular periférica importante. Hipertensión arterial grave. Accidentes vasculares cerebrales recientes.*

*Insuficiencias respiratorias importantes.*

*Insuficiencias hepáticas y renales graves.*

*Enfermedades mentales severas.*

*Estados caquecticos.*

El Embarazo y el ciclo ovarico no son contraindicación absoluta a toda clase de hidroterapia.

*Reacciones anormales* por el uso de las aguas minerales. Las hemos observado relativamente en pocas ocasiones, al 5° ó 6° día de la cura, molestias vagas, insomnios, discreta elevación termal y acentuación de sus molestias, que ceden espontáneamente sin necesidad de interrumpir el tratamiento.

*Complemento* de la cura hidromineral, es organizar la vida en el Balneario, no sólo aguas y climas, sino excursiones, control dietético, ejercicios y reposo, etc, con objeto de potenciar los mecanismos defensivos para restablecer el estado de salud o prevenir las enfermedades. Actividades culturales, musicales, deportivas, turísticas, adaptadas a la tercera edad, a minusválidos, a niños, a deportistas. Esta *Cura de Lugar*, junto con la modernización

de instalaciones y la formación del personal médico y auxiliar, nos irán acercando a los criterios de la Federación Internacional de Termalismo y a la Legislación de la Comunidad Europea.

### 11.— Resultados.

En los diez años que he controlado la asistencia médica del Balneario, he asistido a:

Reumatismos y artrosis 46%, han mejorado el 80% de sus manifestaciones dolorosas y han recuperado movilidad.

Procesos respiratorios 14%, el mayor porcentaje asma infantil y del adulto, resultados espectaculares en el 93%.

Afecciones dermatológicas 10%, efectos beneficiosos en el 70%.

En Otorrinolaringología de un 12%, un 90% de buenos.

En stress, agotamiento 8%, el 95% han vuelto a la normalidad.

En enfermedades digestivas y renales (5%), el tratamiento hidromineral lo hemos compaginado con terapéutica farmacológica apropiada, al igual que en otro tipo de procesos (5%).

Aconsejamos repetir anualmente y si hay posibilidad dos veces, a principio y fin de temporada.

*La Estación Termal de Caldas de Bohi*, es un conjunto: Las aguas de sus 37 manantiales, y las diversas técnicas de aplicación. Su situación maravillosa, entorno, montañas, lagos, bosques de gran vegetación, ríos, clima, sus establecimientos hoteleros, hacen de él un verdadero «paraíso». Es preciso conocerlo para no olvidarlo.

### BIBLIOGRAFIA

- ARMIJO, M. (1968) «Compendio de Hidrología Médica». Ed. Científico Médica. Barcelona
- ARMIJO, M. y SAN MARTIN, J. (1984) «La salud por las aguas termales». Ed. Edaf. Madrid
- BERT, J.M., BESANCON, F. y cols (1972) «Therapeutique thermale et climatique». Ed. Masson. París.
- SAN ROMAN, J. (1945) «Hidrología Médica». Salvat.
- RODRIGUEZ PINILLA, H. (1925) «Manual de Hidrología Médica». Ed. Reus.
- GARCIA AYUSO, J. (1962) «Hidrología y Climatología Médica. Madrid.
- LIMON MONTERO. (1697) «Espejo cristalino de las aguas en España». Alcalá de Henares.
- MEMORIAS MEDICAS DEL BALNEARIO CALDAS DE BOHI:
- CASTELLS, M., MORELLO, A. y SALIS, R. (1850).
- MUSOLES, M. (1868).
- LAZARO, M. (1869).
- MIR Y FIGUERAS, M. (1871).
- ORTIZ, F. (1876).
- PEREZ Y BERNABEU, R. (1878).
- ARMENDARIZ, A. (1879).
- ROMEO, E. (1881).

- FARRE Y CARLOS, J. (1882).
- MOGENJO, M. (1883).
- PI Y GIBERT. (1885).
- ISLA, F. (1887).
- CASTELLS, C. (1889).
- SASTRE, F. (1894).
- FARRE, J. (1898).
- PORTELA Y BALLESPI. (1903).
- ALBANO, A. (1979). Caldas de Bohi.
- PARACHE, A. (1819) «Historia de Nuestra Sra. de Caldes». Barbastro.
- PORTELA TORRUELLA, R. (1922) «Hidrología Médica de la Provincia de Lérida. Lérida.
- CARBONELL y DORIA (1832) Memoria químico médica de las aguas minerales de Caldas de Bohi. Barcelona. Junio. 1832.
- ROCA, F. (1913) «Historia del Santuario y Balneario de Caldas de Bohi». Seo de Urgell.
- NARCISO CAMOS, F. (1657) «Jardín de María Plantado en el Principado de Cataluña». Barcelona.
- ARZONAN. (1914) «Manual de Hidrología Médica».
- MARTINEZ REGUERA, L. (1896) Bibliografía Hidrológico—Médica Española.
- TABOADA, M. (1896) Resúmen estadístico de las aguas minerales.
- DE LA ROSA y MORO, I. (1986) Estudio microbiológico de los manantiales de aguas minero medicinales de Caldas de Bohi. An. Real Acad. Farmacia.
- BORSIER y BOULMER (1986) «Caracterisations chimiques et Mineralogiques de Boues Termals. Journal Francais de Hydrologie.
- PORTELLA. (1922) Balneario de Caldas de Bohi.
- ARMIJO VALENZUELA, M. «Peloterapia en las enfermedades reumáticas».
- ARMENDARIZ. (1902) «Lodos o limos hidrominerales». Rev. Med. Hidrol. Española.
- VALERO CASTEJON, A. y OLIVELLA, J. (1988) «Alteraciones degenerativas articulares y termalismo». Comunicación al Congreso de Caldas de Malavella.
- VALERO CASTEJON, A. (1988) «Termalismo social». Comunicación al Congreso de Caldas de Malavella.
- VALERO CASTEJON, A. (1989) «Las afecciones respiratorias y su tratamiento en Caldas de Bohi». Comunicación a la Reunión Internacional de Hidrología. Madrid.
- VALERO CASTEJON, A. (1989) «La periartrosis escapulo—humeral y su tratamiento en Caldas de Bohi». Comunicación a la Reunión Internacional de Hidrología. Madrid.
- ARMIJO VALENZUELA, M. (1975) «Acciones sobre el Organismo Humano de las aplicaciones generales termobifásica». Discurso de entrada a la Real Academia Nacional de Medicina.
- CODIGO ALIMENTARIO ESPAÑOL (1967)
- INFORME SOBRE LAS AGUAS MINERO—MEDICINALES Y MINERO—INDUSTRIALES Y DE BEBIDA ENVASADAS EXISTENTES EN ESPAÑA (1986).
- ENCICLOPEDIA COMPLETA DE EJERCICIOS. (1982) Diagram. Group. Edap.
- PORTELLA (1905) «Algunas aplicaciones terapéuticas de la estufa natural de Caldas de Bohi». Bol. de Higiene y Salubridad.
- ARMIJO VALENZUELA, M. (1976) «La sauna en el tratamiento de las enfermedades reumáticas». Rev. de reumatología Nov.
- MARCOS BECERRO, F. (1986) «Salud y deporte para todos». Madrid.
- JORNADAS DE TURISMO TERMAL (1986) Mayo. Archena.
- SAN MARTIN BACAICOA y SAN JOSE ARANGO. Paso a través de la piel de los factores minerali-

- zantes de las aguas utilizadas en balneación. Bol. Soc. Esp. Hidrog. Med. Vol IV núm. 1.
- CONGRESO LATINO DE HIDROLOGIA MEDICA. Bol. Soc. Esp. Hidrog. Med. Vol III.
- SAN MARTIN BACAICOA, J. y SAN MARTIN BACAICOA, I. Algodistrofias. Bol. Soc. Esp. Hidrol. Médica Vol I núm. 1
- ARMIJO VALENZUELA, M. (1968) «La cura Balnearia en el tratamiento de procesos neuróticos e infraneuróticos». Bol. Soc. Hid. Med. Vol III núm. 1
- TRAITE DE CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE. Ombredane.
- CONN. TERAPEUTICA (1985).
- FARRERAS ROZMAN. Tratado de Medicina interna.
- SCHWART. Patología Quirúrgica.
- BORRACHERO, J. (1981) Artrosis. Ed. Sistema.
- BORRACHERO, J. (1972) Reumatología Clínica.
- ROMERO VELASCO. «Termalismo en el envejecimiento fisiológico». B. E. Hid. Médica Vol III núm. 2
- ROSA, C. de la y cols. (1988) Estudios sobre el Balneario de Arnedillo. Publicación Real Acad. Farmacia.

# CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL CLIMA DEL BALNEARIO DE CALDAS DE BOHÍ

D. JOVER FERNANDEZ DE BOBADILLA

*Servicio de Meteorología Medioambiental  
Instituto Nacional de Meteorología*

El balneario de Caldas de Bohí está situado en el Valle de Bohí, por donde discurre, prácticamente de Norte a Sur, el río Noguera de Tor, afluente del Noguera Ribagorzana.

Con una altitud aproximada de 1.500 metros, está rodeado al E y al W por zonas montañosas que superan los 2.400 metros y a veces se aproximan a los 3.000 como son el Pico de la Torreta, con 2.951 metros y el Gran Tuc de Colomer con 2.932 metros.

Lo accidentado de la orografía hace que puntos situados a poca distancia entre sí tengan una climatología muy distinta.

Por carecer el balneario de una serie suficientemente larga de datos de temperatura y lluvia, hemos tomado como base de este ensayo los datos termométricos y pluviométricos de la estación situada en Caldas de Bohí «Central» cuyas coordenadas son 0° 50' E (G) de longitud y 42° 32' N de latitud, muy próximas a las del balneario y con una situación orográfica bastante parecida.

Los datos iniciales de esta estación corresponden al período 1968-1987 en cuanto a la lluvia y al período 1971-1986 en cuanto a temperatura.

Los valores medios y extremos, pluviométricos y termométricos, aparecen en los cuadros n.º 1 y 2, respectivamente.

Desde el punto de vista pluviométrico, vemos que la lluvia media anual se aproxima a los 1000 l/m<sup>2</sup>, siendo los meses más lluviosos mayo y junio, que tienen una media superior a los 100 l/m<sup>2</sup>; el mes más seco, o, mejor dicho, menos lluvioso es marzo, que supera algo los 50 l/m<sup>2</sup>.

En cuanto a la lluvia máxima en 24 horas, vemos que el día más lluvioso de todo el período estudiado registró una precipitación de 112 l/m<sup>2</sup>, que tuvo lugar el día 7 de noviembre de 1982.

El número medio anual de días de lluvia se aproxima a la centena, siendo mayo el mes más lluvioso con un promedio de 14 días, mientras que los meses con menor número de días de lluvia son los del invierno (diciembre, enero y febrero) con un promedio mensual de 4 ó 5 días cada uno.

El promedio anual de días de nieve es de 23; la nieve hace su aparición de forma esporádica, en octubre, ya que, en 18 años, sólo hubo 7 días en los que nevó en octubre; alcanza un promedio máximo de 6 días en enero y desaparece en mayo, en que sólo se registran 10 días de nieve a lo largo de 18 años.

El promedio anual de días de tormenta es de 21, iniciándose en abril, con 3 días de tormenta, a lo largo de 17 años y concluyendo en octubre con

9 tormentas a lo largo de 18 años; agosto es el mes que registra más tormentas, con un promedio mensual de 6 días.

El promedio anual de días con el suelo cubierto de nieve es de 41; en octubre, apenas se registra este fenómeno, pues sólo hay dos días en 18 años; en mayo pasa lo mismo; los meses con mayor promedio son enero y febrero, con doce días cada uno.

El promedio anual de días de precipitación inapreciable (inferior a  $0,1 \text{ l/m}^2$ ) es muy escaso: 13 días; de estos se puede decir que sólo se registra un día al mes, por término medio.

La mayor parte de los días de precipitación supera la cantidad de  $0,1 \text{ l/m}^2$  alcanzando un promedio anual de 109 días, siendo los meses más lluviosos mayo y junio, con 12 y 13 días respectivamente.

Los promedios de días de precipitación igual o superior a  $1 \text{ l/m}^2$  coinciden prácticamente con los anteriores.

El promedio anual de días de precipitación igual o superior a  $10 \text{ l/m}^2$  es de 33, que se distribuyen muy uniformemente a lo largo del año, destacando mayo con un promedio de 4 días.

El promedio anual de días de precipitación igual o superior a  $30 \text{ l/m}^2$  es solamente de cinco días; se registran principalmente en primavera y otoño, aunque su promedio es inferior a un día al mes.

Desde el punto de vista termométrico, vemos que la temperatura máxima absoluta de todo el período estudiado fue de  $34^\circ\text{C}$ , que se registró solamente en dos ocasiones: el 16 de julio de 1978 y el 16 de agosto de 1974.

La mínima absoluta fue de  $-15^\circ\text{C}$  que tuvo lugar en el mes de enero de 1985, en varias ocasiones.

Los valores medios mensuales superan los diez grados en los cuatro meses de junio a septiembre y no alcanzan nunca los  $18^\circ\text{C}$ .

A lo largo del año hay un promedio de 38 días con temperatura mínima igual o inferior a  $-5^\circ\text{C}$ ; estos valores son más frecuentes en enero y febrero.

Con heladas, hay un promedio anual de 148, siendo más frecuentes en enero, febrero y marzo y no registrándose prácticamente heladas en los meses de junio a septiembre, aunque ocasionalmente, puede haber alguna aislada como sucedió el día 7 de agosto de 1985 en el que el termómetro llegó a los  $0^\circ\text{C}$ .

Las temperaturas máximas iguales o superiores a  $25^\circ\text{C}$  tienen un promedio anual de 37 días, que se registran con mayor frecuencia en julio y agosto; estos meses son, también, los únicos que registran temperaturas máximas iguales o superiores a  $30^\circ\text{C}$ , aunque entre las dos, solamente alcanza un promedio de 7 días.

Antes de terminar, vamos a considerar algunos índices climáticos.

a) De acuerdo con la temperatura media anual, un clima se clasifica como: FRIO, cuando dicha temperatura es inferior a  $10^\circ\text{C}$ .

TEMPLADO, si está entre  $10^\circ$  y  $20^\circ\text{C}$ .

CALIDO, si supera los  $20^\circ\text{C}$ .

El clima de esta localidad, con una temperatura media anual de  $7,8^\circ\text{C}$  hay que considerarlo como FRIO.

- b) Teniendo en cuenta la diferencia entre las temperaturas medias del mes más cálido y el más frío, un clima se clasifica como:

REGULAR, cuando dicha diferencia es inferior a 10°C.

MODERADO, si está entre 10° y 20°C.

EXTREMADO, si supera los 20°C.

En este caso, la temperatura media de Julio es de 17,1°C y la de enero, de 0,7°C; su diferencia nos da un clima MODERADO.

- c) De acuerdo con la clasificación de Köppen, basado en la temperatura y lluvia, esta localidad está dentro del tipo C (TEMPLADO LLUVIOSO).

- d) El índice de aridez de Lang, definido por el cociente:

$$L = R/T$$

donde R es la precipitación media anual y T la temperatura media, nos da para esta localidad un valor de 126,5, lo que le clasifica como HUMEDO.

- e) El índice de aridez de Martonne definido por:

$$I = \frac{R}{T + 10}$$

donde R y T tienen el mismo significado que anteriormente, nos da un índice de 55,4, que le sitúa como clima conveniente para la cría de ganado vacuno.

- f) El índice de continentalidad de Johansson viene definido por la fórmula:

$$I = \frac{1,6 * \Delta T}{\text{sen } \alpha} - 14$$

en donde  $\Delta T$  es la diferencia entre las temperaturas medias del mes más cálido y del más frío y  $\alpha$ , la latitud geográfica.

Los valores correspondientes a esta localidad nos dan para el índice de continentalidad un valor próximo a 25.

Un clima totalmente continental tendría un índice de 100, mientras que a un clima plenamente oceánico le correspondería el índice 0.

MESES	PRECIPITACION		NUMERO MEDIO DE DIAS								
	Total m.m.	Máxima diaria	Lluvia	Nieve	Tormenta	Nieve cubre suelo	De precipitación				
							< 0,1	≤ 0,1	≤ 1,0	≤ 10	≤ 30
Enero	73,8	61,0	4	6	—	12	1	9	8	3	0
Febrero	66,7	70,0	5	4	—	12	1	8	8	2	0
Marzo	52,9	49,0	6	4	—	8	1	9	8	2	0
Abril	88,4	48,0	8	2	0	2	1	9	9	3	1
Mayo	119,0	63,0	14	1	2	0	2	13	13	4	1
Junio	103,0	62,0	13	—	4	—	1	12	12	3	0
Julio	70,4	59,0	9	—	5	—	1	8	7	2	0
Agostó	92,9	79,0	11	—	6	—	2	9	9	3	1
Septiembre	74,1	104,0	9	—	3	—	1	8	7	2	0
Octubre	81,9	69,0	9	0	1	—	0	9	9	3	1
Noviembre	84,8	112,0	6	2	—	1	1	7	7	3	1
Diciembre	78,8	70,0	5	4	—	6	1	8	8	3	0
AÑO	986,7	112,0	99	23	21	41	13	109	105	33	5

Cuadro n.º 1  
Lluvias

MESES	Máximas absol.	Mínimas absol.	Máximas media	Mínimas media	Media mes	NUMERO MEDIO DIAS				
						Temperatura				
						Mínimas		Máximas		
< 5°C	≤ 0°C	≤ 20°C	> 25°C	≤ 30°C						
Enero	17,0	-15,0	4,8	-3,4	0,7	11	27	0	0	0
Febrero	16,0	-13,0	5,9	-3,0	1,4	9	25	0	0	0
Marzo	22,0	-13,0	8,3	-2,6	2,8	7	25	0	0	0
Abril	24,0	-10,0	10,0	0,0	5,0	2	17	0	0	0
Mayo	29,0	- 4,0	13,9	3,4	8,7	0	6	0	1	0
Junio	30,0	- 1,0	19,0	7,6	13,3	0	1	0	4	0
Julio	34,0	2,0	24,3	9,9	17,1	0	0	0	16	3
Agosto	34,0	0,0	23,0	9,6	16,3	0	0	0	12	4
Septiembre	31,0	- 2,0	19,6	6,9	13,3	0	1	0	4	0
Octubre	24,0	- 7,0	13,7	3,0	8,4	0	7	0	0	0
Noviembre	21,0	-11,0	8,8	0,0	4,4	3	16	0	0	0
Diciembre	18,0	-13,0	5,8	-1,9	1,9	6	23	0	0	0
AÑO	34,0	-15,0	13,1	2,5	7,8	38	148	0	37	7

Cuadro n.º 2  
Temperaturas

# RESEÑA GEOLOGICA E HIDROGEOLOGICA DEL CONJUNTO DE AGUAS MINERALES

JUAN IGNACIO PINUAGA ESPEJEL     *Ingeniero Superior de Minas*  
WENCESLAO RODRIGUEZ GAVELA     *Ingeniero Técnico de Minas*  
JOSE MARIA MENA INGLES     *Licenciado en Ciencias Geológicas*

*Instituto Tecnológico Geominero de España*

## 1.— INTRODUCCION

El conjunto de las aguas minerales de Caldas de Bohi, declarado de utilidad pública el 20 de diciembre de 1987, está formado por numerosas surgencias y manantiales de agua (treinta y siete en total), distribuidas casi todas ellas a lo largo de la margen derecha del Tor, y a escasa cota de su cauce; de hecho, solo cinco manan a cotas más elevadas (Termas Romanas, Tárteras Izquierda y Derecha, Pompeyo y Fuente del Bosch). El caudal total del conjunto se puede estimar en unos 4 l/seg., de los cuales un 80% corresponde a la denominada fuente del Bou.

Las aguas, como se verá más adelante, se utilizan con distintos fines — terapéuticos, tópicos, envasado, etc. — en función de su temperatura (variable entre 4° y 56°C), mineralización y caudal.

## 2.— GEOLOGIA

El área de interés se encuentra enmarcada, desde el punto de vista geológico, dentro de la Zona Axial Pirenaica, cerca del borde meridional del macizo granodiorítico de La Maladeta y a poca distancia (aproximadamente 1.000 m) de su contacto con la serie paleozoica circundante (figura n° 1).

### *2.1 Historia geológica y tectónica.*

La historia geológica primaria de esta zona se divide en dos periodos diferenciados: uno, el más antiguo, caracterizado por una sedimentación más o menos agitada que termina en el Ordovícico Superior, y, otro posterior, en el que se produce una sedimentación más tranquila con formación de una cuenca axial bien definida, durante el Devónico.

La orogénesis hercínica se inicia en el Devónico Superior con emersiones parciales y continua en el Carbonífero Inferior y Medio con regresiones y transgresiones. Posteriormente, en el Carbonífero Superior, comienza el plegamiento real de la cuenca, alcanzando su máxima potencia hacia el Westfaliense—B, reconociéndose varias fases de deformación: una, que produce pliegues concéntricos con orientación del plano axial ESE—WNW, y otra —la principal— producida por una compresión N—S, que da lugar a

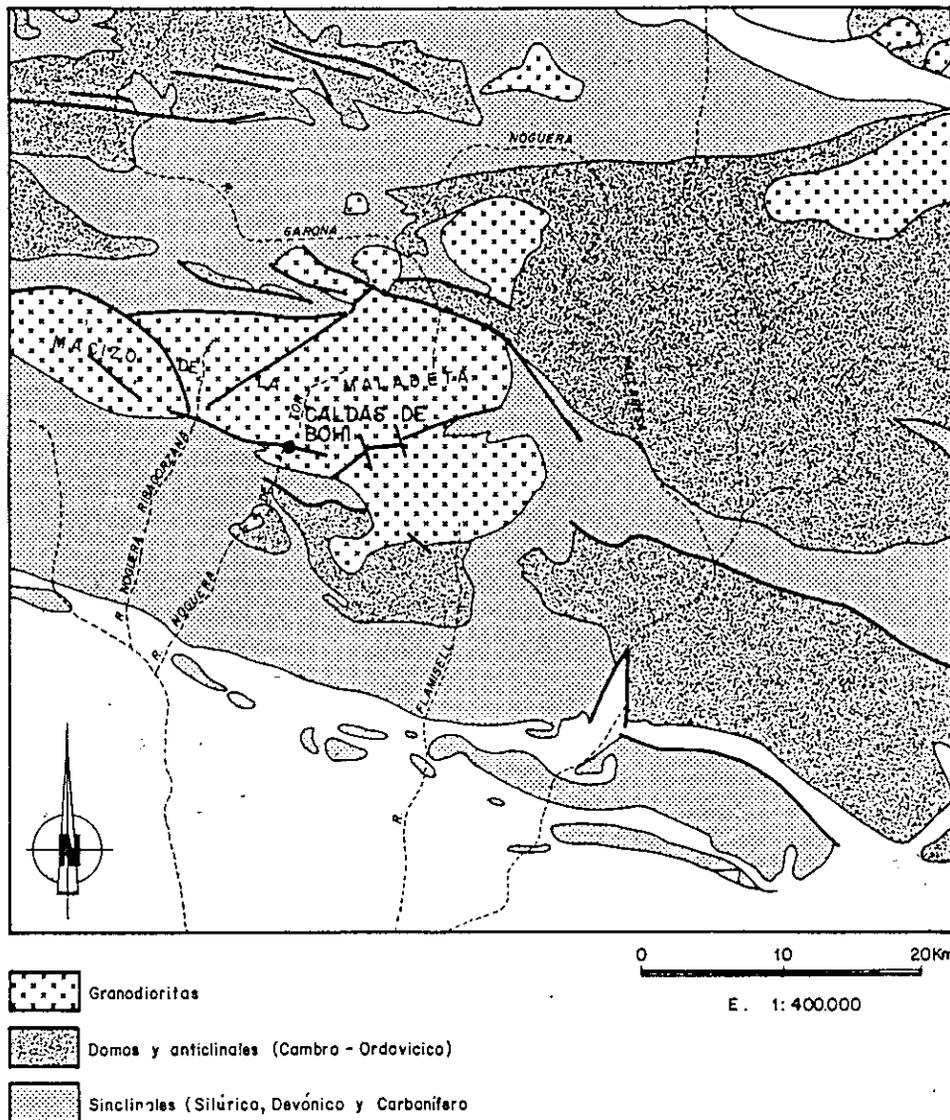


Fig. n.º 1.- ESQUEMA GEOLOGICO DE LA ZONA AXIAL PIRENAICA.

estrechos pliegues isoclinales con un crucero de plano axial buzando hacia el N. Después de este plegamiento principal, se producen otras fases de deformación de menor entidad que dan lugar a pliegues menores, que en ningún caso deforman la estructura general anteriormente originada.

El macizo granodiorítico de La Maladeta y sus diques acompañantes se intruyen paralelamente a la dirección general del crucero, pero cortando a las estructuras mayores. Este plutón se ve afectado por esquistosidades correspondientes a fases tardías hercínicas, por lo que parece evidente que la intrusión es posterior a la fase principal y previa a éstas.

Los efectos de la orogénesis alpina sobre esta zona axial pirenaica se traducen, principalmente, en importantes estructuras de fractura de dirección preferente E—W a WNW—SSE. Estas fracturas son de tipo vertical en el sector septentrional de la zona axial pirenaica, e inversas con inclinación norte, que pueden llegar a transformarse en importantes cabalgamientos, en la parte meridional y zona de estudio. En efecto, el planteamiento tectónico actual del plutón de La Maladeta ha sido modificado en estos últimos años de manera que, de típico macizo tardihercínico ha pasado a considerarse como totalmente alóctono, con un desplazamiento de varias decenas de kilómetros hacia el S. desde su posición original.

Por último se puede resaltar que la distensión postalpina se traduce en una serie de fallas distensivas, muchas de ellas potencialmente activas en la actualidad que cuarteán las estructuras preexistentes.

## *2.2 Estratigrafía.*

Los materiales aflorantes en esta zona son de edades comprendidas entre el Presilúrico y el Cuaternario más reciente (figuras nº 2 al 4).

Los materiales más antiguos, de edad Presilúrica, están constituidos por una alternancia monótona de pizarras, localmente filíticas, con numerosas bandas de cuarcita. Estos materiales se localizan al S. de las zonas de interés, constituyendo los principales relieves de la margen izquierda del río Tor (Muro, La Pala, etc). El espesor de esta serie se puede estimar en un centenar de metros. Las pizarras más o menos filíticas pueden ser limosas o localmente algo arenosas, especialmente cuando alternan con cuarcitas.

El Silúrico constituye el horizonte mejor datado y más uniformemente desarrollado en los Pirineos. Está formado fundamentalmente por pizarras y esquistos carbonosos, que en su parte superior contienen delgadas intercalaciones de calizas oscuras. Las pizarras y localmente las calizas, contienen graptolites (principalmente monograptus), y los niveles carbonatados albergan orthocerátidos, *Cardiola interrupta* y crinoides. Esta asociación fosilífera indica que la serie abarca, cronoestratigráficamente, desde el Llandóvery Medio al Ludlow Superior. El espesor de esta serie, que a veces está intruida diapíricamente, es difícil de precisar pero probablemente oscile entre los 50 y 100 m.



Fig. nº 2.- ESQUEMA GEOLOGICO DE LOS ALREDEDORES DE CALDAS DE BOHI

CUATERNARIO		a	Aluvial
DEVONICO	Superior	D <sub>M</sub>	Mañanet, Griotte
		D <sub>r</sub>	Formación Fonchanina
	Medio	D <sub>B</sub>	Formación Baside
	Inferior	D <sub>G</sub>	Fm. Gelada
		D <sub>A</sub>	Fm. Aneto
		D <sub>S</sub>	} Formación Rueda
		S	
SILURICO			
CAMBRO - ORDOVICICO		CD	

- Rocas intrusivas (finales del Carbonifero)
- $\gamma$  Biotita-granodiorita
- Contacto normal
  - Contacto sin conformar
  - Contacto transaccional
  - - - - - Falla, observada y supuesto
  - ▲▲▲▲▲ Intrusión alpina en la zona axial
  - ××××× Macrojuntas en el área granodiorítica
  - × Sinclinal
  - ◇ Anticlinal

Fig. n.º 3.- LEYENDA EXPLICATIVA AL ESQUEMA GEOLOGICO.

Encima del horizonte silúrico se encuentra situado el Devónico Inferior, el cual no comienza con iguales características en toda la zona. A menudo parece existir una discontinuidad entre el Devónico y el Silúrico, aunque no hay una evidencia bioestratigráfica que suponga la existencia de un hiatus estratigráfico. El Devónico se presenta en facies diferenciadas según las distintas áreas de afloramiento, las cuales están separadas por importantes zonas de fractura.

En la zona de Caldas de Bohi se encuentran presentes dos de estas facies: la «Facies Sierra Negra» y la «Facies Baliera». La primera desarrollada inmediatamente al S. de la granodiorita de La Maladeta y, la segunda, al S. de la anterior. El límite entre ambas facies pasaría por el barranco de Ginebrel, Tahull y mitad de ladera de las estribaciones meridionales del cerro de La Montañeta.

La «Facies Sierra Negra», afectada en gran parte de su afloramiento por un metamorfismo de contacto debido a la posterior intrusión de la granodiorita de La Maladeta, está constituida principalmente por una sucesión de calizas y pizarras con un espesor total de 120—250 m. La «Facies Baliera», más potente que la anterior, 340—780 m., muestra de forma más individualizada las unidades caliza—pizarra y la presencia de un tramo cuarcítico en la parte media de la serie. Cada una de estas facies está constituida a su vez por varias formaciones como puede apreciarse en la figura n.º 4.

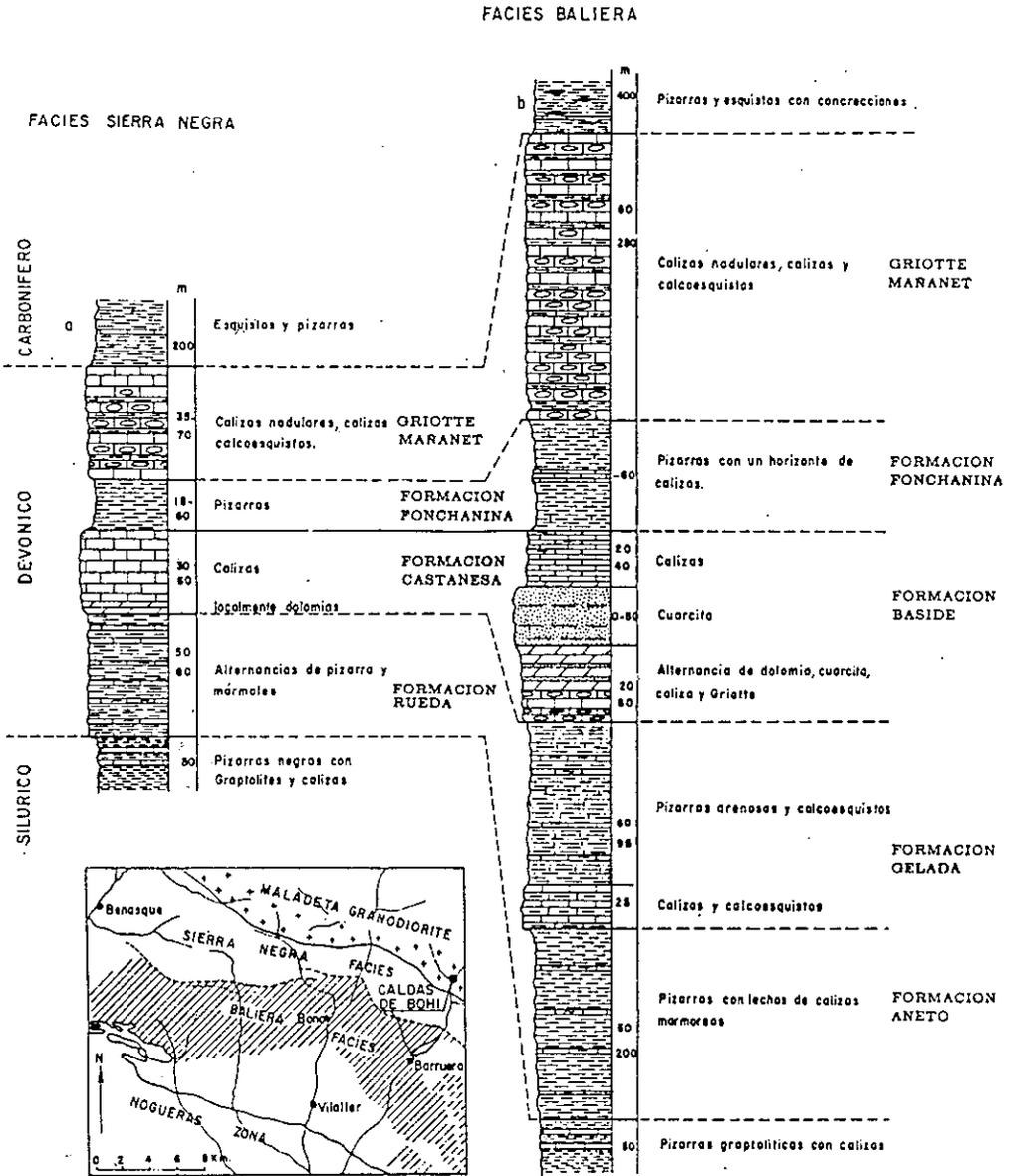


Fig. n.º 4.- CORRELACION ENTRE LAS FACIES BALIERA Y SIERRA NEGRA.

Los depósitos cuaternarios de la zona son de origen glaciar y postglaciar y su distribución está restringida a los valles y circos. Dichos depósitos, consisten en cantos y bloques de granito sueltos, con material arcilloso y arenoso intercalado. Los bloques pueden alcanzar tamaños superiores al metro. Merece destacarse por su extensión las terrazas fluvio—glaciares de Durro y Tahull. Los fondos de los valles están cubiertos por depósitos actuales y las laderas de los relieves están cubiertos por canchales bien desarrollados.

La parte Norte de la zona estudiada se encuentra ocupada por el gran batolito granodiorítico de La Maladeta. La granodiorita, de grano medio y color gris claro, se encuentra atravesada por numerosas vetas delgadas de aplitas y cuarzo, presentándose en general de forma masiva salvo en las proximidades de su contacto con los materiales paleozoicos circundantes, en donde adquiere un carácter ligeramente gneisico y a veces brechoide. Este contacto entre la granodiorita y los sedimentos paleozoicos es muy neto, y se encuentra en la mayoría de los casos fallado. La presencia de esta banda gneisica y brechoide sugiere un movimiento ascensional de la granodiorita a los largo de la zona fracturada.

Los principales constituyentes de la roca son el cuarzo, plagioclasa, microclina y biotita. El circón y el apatito son los accesorios más frecuentes.

Sin duda, estos materiales son los que juegan el papel más importante en los sistemas hidrominerales del conjunto de Caldas de Bohi.

### 3. HIDROGEOLOGIA

Los manantiales que conforman el conjunto minero—termal de Caldas de Bohi surgen en el macizo granodiorítico de La Maladeta, aproximadamente a 1 km. al Norte de su contacto con los materiales paleozoicos de la «Facies de Sierra Negra», junto a la gran falla de tipo inverso y, muy posiblemente cabalgante, de orientación WNW—ESE, que se extiende desde el Noguera—Ribagorzana, al W. de Caldas de Bohi, hasta los macizos montañosos situados en la margen izquierda del Noguera de Tor. Esta gran fractura, sin duda de origen alpino y reactivada posteriormente durante los períodos distensivos postalpinos, presenta un buzamiento de unos 45° N. (observable en las Termas Romanas), de forma que llega a poner en contacto, en el sector occidental de la misma, a las granodioritas con las series paleozoicas circundantes. Por tanto parece evidente, en principio, que es a partir de esta falla y de su sistema de fracturas asociado por donde se debe desarrollar el circuito termal en profundidad.

No obstante, existen otros materiales presentes en las zonas de surgencia, formados por depósitos aluviales y derrubios de ladera, que juegan un papel importante dentro del conjunto, al constituir acuíferos superficiales fríos, los cuales, a veces, están conectados hidráulicamente con el circuito termal principal. De hecho, se observa una gran correlación entre temperaturas y cotas de surgencia de modo que, las surgencias situadas a mayor cota presentan temperaturas más elevadas que las de menor cota.

En la figura n° 5 queda reflejada la situación de los manantiales de Caldas de Bohi y en la tabla n° 1 sus caudales y temperaturas.

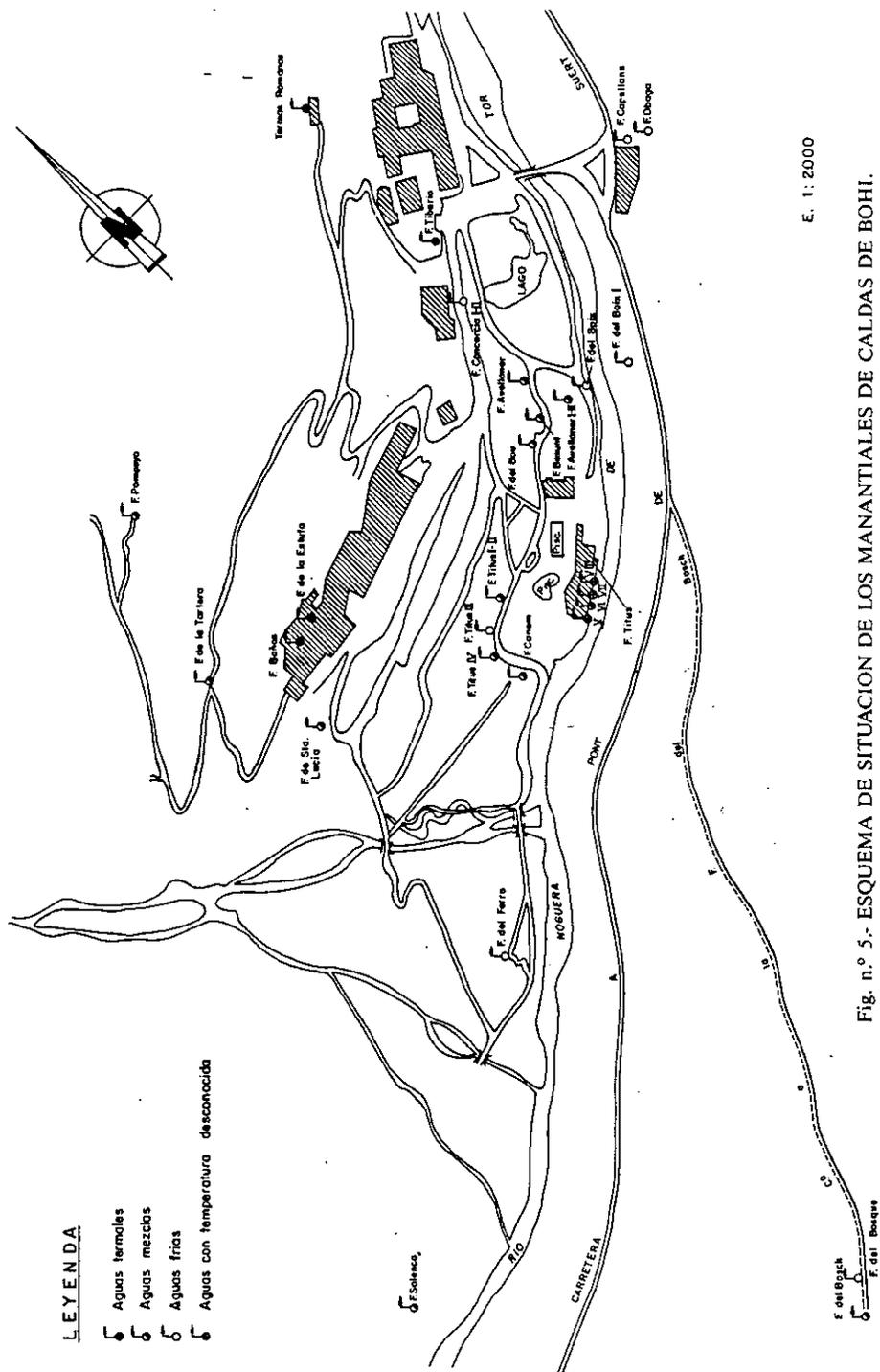
Con todo lo expuesto anteriormente se puede establecer que el circuito termal de Caldas de Bohi se ha desarrollado a lo largo de la falla de Caldas, de orientación WNW—ESE, que se extiende desde el valle del Noguera—Ribagorzana al W. hasta por lo menos el valle del Noguera de Tor al E. El origen de las aguas termales es meteórico como se ha podido constatar por los estudios isotópicos realizados por el ITGE en el año 1984. El área de recarga debe situarse en la zona del Lago Estani Roig al W. de caldas, siendo en esta zona por donde se infiltra el agua de lluvia. Esta penetra y circula por el plano de falla hasta una profundidad que podría estimarse en 2 o 3 kms. en función de un grado geotérmico normal ( $3^{\circ}\text{C}/100\text{ m.}$ ) y de una temperatura de equilibrio agua—roca alcanzada en profundidad de  $100^{\circ}$ — $120^{\circ}\text{C.}$  Este flujo de agua descendente cambia posteriormente y de forma progresiva su sentido de circulación y comienza a ascender hasta llegar a la superficie (figura n° 6). Durante el ascenso, el agua termal va perdiendo, fundamentalmente por conducción, parte de la temperatura adquirida en profundidad hasta alcanzar una temperatura de surgencia de aproximadamente  $50^{\circ}\text{C.}$  No obstante, dado que en la zona existen una serie de acuíferos superficiales (aluviales y derrubios de ladera) cuyas aguas, más frías, se mezclan con las termales produciéndose en muchos casos un enfriamiento de estas últimas, lo que da lugar a aguas mixtas de carácter templado (figura n° 7).

Este esquema de flujo permite suponer que el caudal del agua termal sea, muy probablemente, superior al estimado, 4 l/s, al perderse parte de él en aportes hídricos no visibles a los acuíferos superficiales. En este sentido hay que poner de relieve la vulnerabilidad del sistema.

**TABLA N.º 1**

**MANANTIALES EXISTENTES EN EL COMPLEJO TERMAL DE CALDAS DE BOHI**

DENOMINACION	TEMPERATURA ( $^{\circ}\text{C}$ )	CAUDAL (l/m)
Estufa	49,4	?
Baños	48,5	6
Termas Romanas	47,6	?
Fuente de Canem	42,0	10
Tartera Izquierda	39,1	2,12



- LEYENDA**
- ☉ Aguas termales
  - ☉ Aguas mezclas
  - ☉ Aguas frías
  - ☉ Aguas con temperatura desconocida

E. 1:2000

Fig. n.º 5.- ESQUEMA DE SITUACION DE LOS MANANTIALES DE CALDAS DE BOHI.

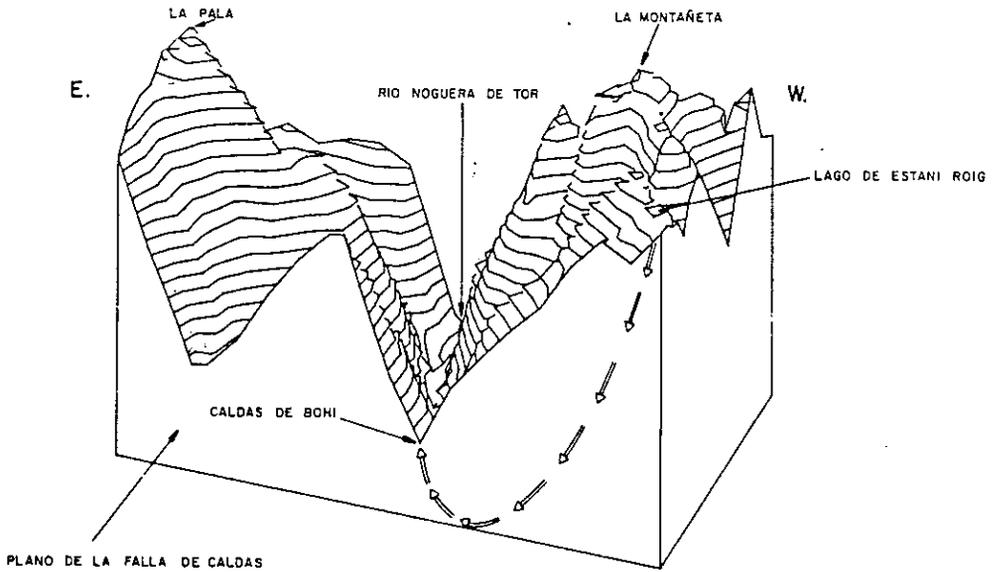


Fig. n.º 6. ESQUEMA DEL CIRCUITO TERMAL DE CALDAS DE BOHI.

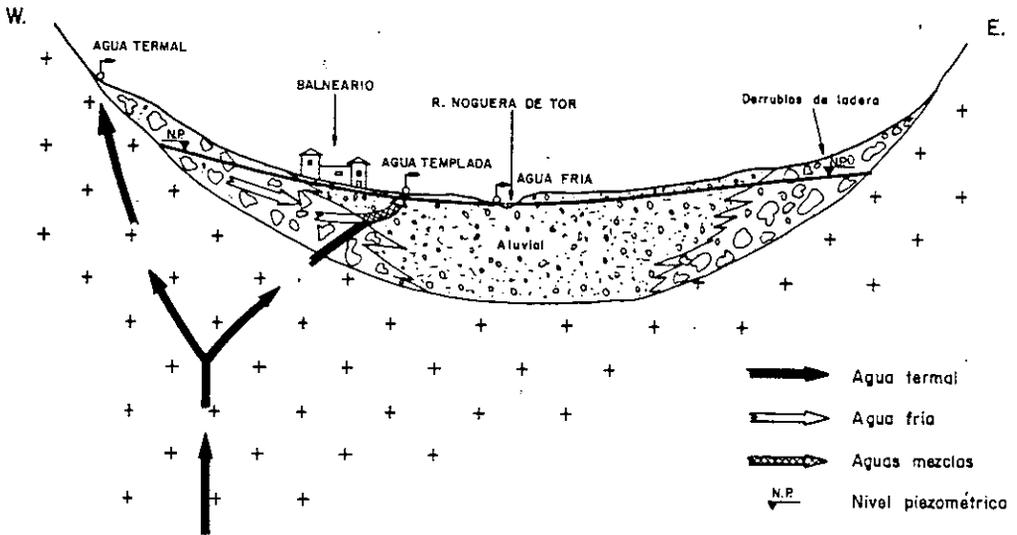


Fig. n.º 7. ESQUEMA DE LOS PROCESOS DE MEZCLA EN LA ZONA DE SURGENCIA.

DENOMINACION	TEMPERATURA (°C)	CAUDAL (l/m)
Fuente del Bou	36—37	200 (estimado)
Fuente Sta. Lucía	36,7	0,86
Fuente del Bosch	31,0	3,04
Fuente Titus IV	28,3	5,21
Fuente del Bou II	28,2	7,50
Fuente de Salenca	27,2	?
Fuente de Pompeyo	26,3	1,57
Tartera Derecha	26,0	Inapreciable
Fuente del Avellaner	25,8	10—12(estimado)
Fuente Titus II	25,4	1,89
Fuente Titus I	24,1	0,16
Fuente Besurt	23,5	1,61
Fuente de Avellaner II	22,0	20 (estimado)
Fuente de Avellaner I	18,3	30 (estimado)
Fuente del Bosque	12,6	4,68
Fuente Titus III	11,3	15—20 (estimado)
Fuente del Ferro	11,0	0,18
Fuente de la Consorcia I—II	10,6	20—30 (estimado)
Fuente del Boix	9,8	15 (estimado)
Fuente del Boix II	7,2	3,47
Fuente de Capellans	7,2	4
Fuente Obaga	6,5	12
Fuente del Boix I	6,0	12—15 (estimado)

\* Las fuente de Tiberio, Titus V, VI, VII y VIII actualmente han desaparecido.

#### 4. NATURALEZA GEOQUIMICA DE LAS AGUAS

Las aguas de las diversas surgencias presentes en el área de Caldas de Bohi tienen un quimismo variable (tabla nº 2) dado el distinto origen de éstas. Existe además otro fenómeno modificador del original quimismo debido a la presencia notable y patente de colonias de bacterias sulfooxidantes.

Según el contenido aniónico de las aguas, su facies varía de clorurado a sulfatado para el agua termal original, y de clorurado—sulfatado a clorurado—bicarbonatado, para las mixtas. La Fuente del Bosch, situada en la margen izquierda del Noguera de Tor, presenta un quimismo distinto al resto de las aguas del conjunto. Las aguas de esta surgencia son claramente bicarbonatadas según puede apreciarse en el diagrama de Piper (figura nº 8). Cabe la posibilidad de que estas aguas procedan de un circuito termal distinto, desarrollado a lo largo de la misma fractura pero con una zona de recarga localizada en los macizos montañosos situados al oriente del valle de

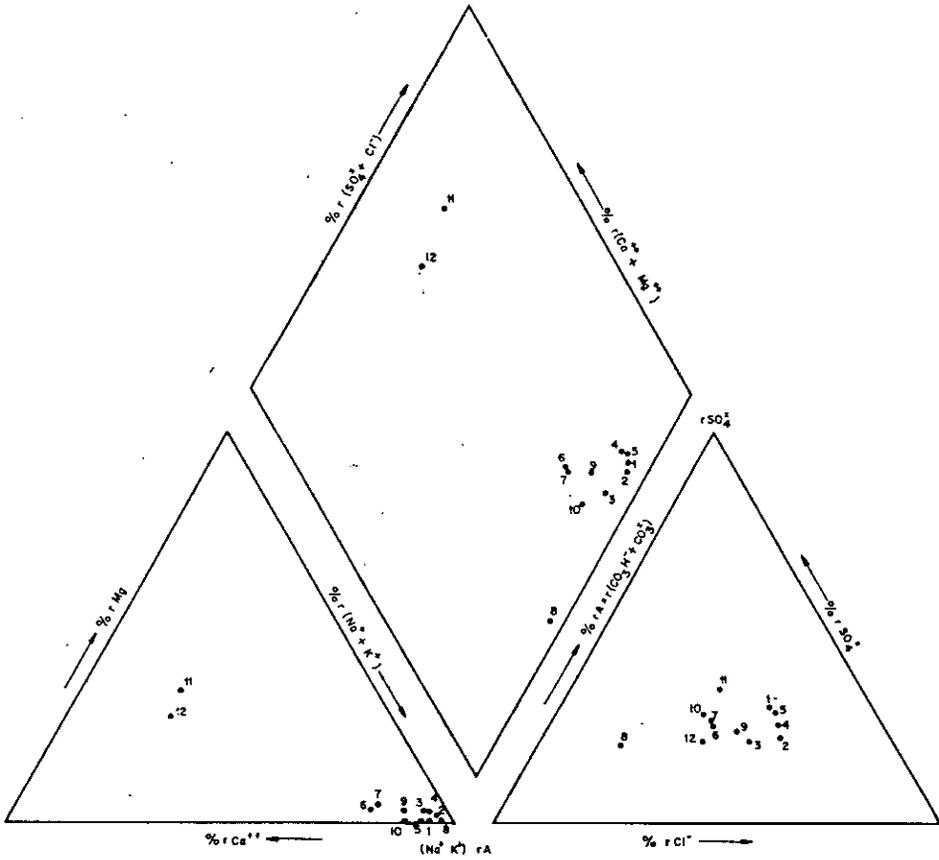


Fig. n.º 8.- DIAGRAMA DE PIPER DE LAS AGUAS DE CALDAS DE BOHI.

### LEYENDA

- 1.- Termas Romanas (47,6°C)
- 2.- La Estufa (49,4°C)
- 3.- Baños (48,5°C)
- 4.- Tartera derecha (39,1°C)
- 5.- Sta. Lucía (36,7°C)
- 6.- Canem (42,0°C)

- 7.- Bou (36,0°C)
- 8.- Bosch (31,0°C)
- 9.- Pompeyo (26,3°C)
- 10.- Avellaner (22,0°C)
- 11.- Del Ferro (11,0°C)
- 12.- Capellans (7,2°C)

TABLA N° 2  
ANÁLISIS QUÍMICOS  
(en p.p.m.)

DENOMI- NACION	CO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub> H	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	F	Na	K	Ca	Mg	NH <sub>4</sub>	Li	B	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cr	Cd	As	Se	Hg	CN	SiO <sub>2</sub>	Cond. umhos/ SI <sub>2</sub>	PH(m.v.) Eh (*)	R.S (ag/l <sub>0</sub> ) DOO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					
							(*)						(*)	(*)																					
TERMAS																																			
ROMANAS	0	50	48	59	1	0	3,42	78	2	3	0	0	0,576	03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,018	0	0	0	95,6	418	8,0	-25	375	1,0	0,09		
ESTUFA	20	14	35	65	0	0	3,44	73	2	3	1	0,27	0,520	0,36	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0,042	0	0	0	95,6	403	9,1	-365	336	1,3	0,10		
BANOS	23	31	39	66	0	0	—	81	2	3	1	0,33	—	—	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,040	0	0	0	98,8	436	9,2	—	386	4,1	0,11		
TARTERA																																			
DERECHA	23	0	38	59	0	0	2,88	67	2	3	1	0,17	0,430	0,30	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,023	0	0	0	88,8	380	9,2	-228	366	1,4	0,12		
STA. LUCIA	14	17	44	56	0	0	2,97	75	2	4	0	1,39	0,480	0,45	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,350	0	0	0	88,4	407	9,0	-360	122	2,6	0,33		
CANEM	0	62	31	36	0	0	2,80	46	2	8	1	0	0,270	0,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0,030	0	0	0	77,2	294	7,9	100	225	0,9	0,10		
BOU	0	44	23	24	0	0	1,56	34	1	5	1	0	0,300	0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0,024	0	0	0	45,0	205	7,8	-52	164	1,4	0,15		
BOU (Embo- telladora	0	48	25	23	0	0	—	34	1	6	1	0	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0,075	0	0	0	55,6	220	7,8	—	165	1,0	0,10		
BOSCH	32	17	20	15	0	0	2,03	48	1	1	0	0,16	0,370	0,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0,042	0	0	0	83,6	248	9,4	-325	236	1,4	0,14		
POMPEYO	0	70	37	50	0	0	1,18	63	2	6	1	0,20	0,210	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0,036	0	0	0	84,8	364	7,5	72	305	1,8	0,10		
AYELLA-																																			
NER	0	33	18	17	0	0	0,99	28	1	3	0	0	0,230	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	0	0	0	38,8	175	7,8	16	440	1,4	0,1		
CAPELLANS																																			
(**)	0	10	8	6	0,5	—	0,02	2	0,7	5,4	0,9	0,02	0,002	0,02	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,0	44	6,9	275	—	—	—		
FERRO (**)	0	9	7	5	0,1	—	0,07	2,1	0,4	3,6	1,7	0,09	0,002	0,02	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,0	36	6,6	114	—	—	—		

(\*) DATOS ANALITICOS PROCEDENTES DEL IGME (1965)

(\*\*) TODOS LOS DATOS ANALITICOS DE LA MUESTRA PROCEDEN DEL IGME (1965)

Bohi. Las aguas frías tienen un contenido aniónico similar a las procedentes de los procesos de mezcla.

El contenido catiónico de las aguas termales y mixtas es claramente sódico, con una abundancia de este catión superior al 90% del total de aquel, mientras que las aguas procedentes de los acuíferos superficiales son eminentemente cálcicas.

Los pH son ligeramente básicos para las aguas termales (Termas Romanas), aunque a veces, por efecto de la acción bacteriana, esta basicidad se ve reforzada en muchas de las surgencias de origen termal (Estufa y Baños) y mixto (Tartera, Sta. Lucía, Bosch. etc). Las aguas frías, por el contrario son neutras o ligeramente ácidas.

Los Eh son negativos en aquellas aguas que tienen un origen profundo y presencia de bacterias, y, positivos cuando no existe este tipo de colonias y además las aguas son poco profundas.

El grado de mineralización de las aguas es bastante bajo: el residuo seco y la conductividad para el agua termal son del orden de los 380 mg/1 y 420 umhos/cm; la conductividad de las aguas frías es de 30 umhos/cm, prácticamente es agua destilada.

Los elementos químicos indicadores del termalismo, tales como fluor, boro, litio, sílice, etc, son abundantes y guardan una aceptable correlación con la temperatura de surgencia.

Los metales pesados están ausentes en estas aguas, excepto el arsénico, cuyo origen probablemente proceda de la solubilización de las piritas, muy abundantes en las granodioritas al igual que el hierro.

El estudio de los equilibrios termodinámicos entre las distintas fases minerales presentes en las granodioritas, rocas por donde se desarrolla el circuito hidrotermal, y los fluidos que circulan por ella, permite conocer las temperaturas alcanzadas por éstos en profundidad. Estas temperaturas varían, según las distintas especies minerales consideradas, entre los 100°C y 120°C.

Los contenidos en isótopos estables (conocidos por anteriores investigaciones del ITGE), oxígeno—18 y deuterio, permiten establecer claramente el origen meteórico de estas aguas, puesto que se ajustan perfectamente a la recta de aguas meteóricas establecida por Craig para el conjunto de las precipitaciones mundiales. También se deduce que el modelo de circulación de los fluidos es del tipo «pistón flow» dada la variación en el tiempo de los isótopos estables. Este modelo de circulación consiste en que los volúmenes de agua infiltrados como consecuencia de una precipitación, circulan por el almacén sin mezclarse con los infiltrados en anteriores o posteriores épocas. Este modelo es muy frecuente en circuitos termales desarrollados a favor de fallas.

Por otra parte, se puede establecer que estos fluidos termales tienen un tiempo de residencia en el acuífero termal largo, de al menos 35 años, según se puede deducir del bajo o nulo contenido de tritio de estas aguas.

De estudios anteriores realizados por el ITGE se dispone de análisis de gases de tres surgencias: Termas Romanas, Estufa y Bou. La composición

gaseosa de estos tres manantiales expresada en ‰ del volumen es la siguiente:

DENOMINACION	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	He	SH <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	ClH	NH <sub>3</sub>
Termas Romanas	0,25	0,002	0,0018	99,26	0,391	0,097	—	—	—	—	—
Estufa	0,1	0,216	0,0012	93,14	6,49	0,058	—	—	—	—	—
Bou	0,1	0,005	0,0012	83,37	16,4	0,013	—	—	—	—	—

Como puede observarse, se trata de un gas de naturaleza nitrogenada, posiblemente aire reducido, que no ha perdido totalmente el oxígeno, con aporte de CO<sub>2</sub> endógeno de un 1 ‰, siendo las aguas con menor temperatura, y por tanto con un mayor componente de agua poco profunda, las que presentan un mayor contenido de gas atmosférico.

Todo ello, tiende a confirmar el esquema hidrogeológico y geotérmico expuesto a lo largo de este estudio.

## BIBLIOGRAFIA

- ALBANO VILLER, A. «Anécdotas de mi vida balnearia». Caldas de Bohi (1979).
- ALBERT BELTRAN, J.F. «Les sources thermales des Pyrenees catalanes». Simposium Internacional de Aguas minerales. Rumania (1979).
- CRAIG, H. «Standard for reporting concentrations of deuterium and oxygen—18 in natural water». Science (1961).
- DANSGAARD, W. «Stable isotopes in precipitation». Tellus n.º 16 (1964).
- ELLIS, A.J. y MAHON, W.A.J. «Natural hydrothermal systems and experimental hot water/rock interactions». Geochemica and Cosmochemica Acta. Vol. 31 (1967).
- IGME. Mapa Geológico de España. E. 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja 23 (Huesca).
- IGME. «Estudio Geotérmico Preliminar del Pirineo Catalán» (1984).
- MEY, P.H.W. «The Geology of the upper Ribagorzana and Baliera Valleys». Central Pyrenees, Spain. Leid. Geol. Med. (1967).
- TONANI, F. «Geochemical methods of exploration for geothermal energy». Geothermics. Special Issue n.º 2 (1970)

# ESTUDIO DEL ENTORNO EDAFOLOGICO DE LOS MANANTIALES TERMO-MINERO-MEDICINALES Y MINERO-MEDICINALES FRIOS DE BOHI

J. Cardús, R. Cruañas, A. Cortés, M. Salgot

*Laboratorio de Edafología. Facultad de Farmacia.  
Universidad de Barcelona*

## I. Situación geográfica y características generales de la zona

Los manantiales de aguas termo-minero-medicinales y minero-medicinales frios de Boi se encuentran situados en la parte alta del valle del río Noguera de Tor, que recibe por sendos valles laterales a los ríos de Sant Nicolau y de Sant Martí.

El valle principal, del Noguera de Tor, forma una profunda entalladura en el macizo pirenaico, orientada en la dirección 10-20° N-NE/S-SW. Queda incluido en la hoja cartográfica de Esterrí d'Aneu a escala 1:50.000 (6) y en la Montardo-Valle de Boí a escala 1:25.000 (4), comprendiendo desde la cabecera del río, en la que se encuentra la zona lacustre de Montardo y Tumeneja, hasta las inmediaciones de las aldeas de Erill la Vall y Boí.

El mencionado valle es muy disimétrico. Mientras que por su margen occidental recibe escasos afluentes de corto recorrido y gran pendiente (barrancos de Comaloformo, de Remangueras, de Estopilla, etc. ), el margen oriental, en cambio, se desarrolla ampliamente al este con excavaciones de valles como el del río Sant Nicolau (afluente del Noguera) orientado de E a W y tan importante como el propio Noguera. En el municipio de Boí se encuentra también el río Sant Martí, que afluye al Noguera frente a Erill la Vall.

La cabecera del Noguera de Tor está delimitada por varios macizos. Por el NW el Besiberri, el Comaloformo (3.033 m) y la sierra de Tumeneja. Desde el Besiberri (3014 m) destacan la punta de Harlé (2885 m), Pic del Pa de Sucre (2683 m), Tumeneja norte (2781 m) y Pic de les Monges (2694 m). La sierra de Tumeneja termina en el Montardo de Aran (2830 m) cabecera del Noguera de Tor. Por el NE la divisoria no es tan alta y escarpada y una línea de cordales larga y sinuosa une el Montardo con el Tuc de Colomers (2932 m), situado en el extremo de la divisoria de aguas de la cabecera del Noguera de Tor y de la Ribera de Sant Nicolau. Si importante es por su situación el Montardo, no lo es menos el Colomers, que domina el norte de una de las cuencas lacustres más importantes de la zona. Al sureste del Colomers se abre el amplio collado del Portarró d'Espot, paso obligado y divisoria de aguas entre el Noguera de Tor y el Noguera Pallaresa.

La cuenca del Noguera de Tor, afluente izquierdo del Noguera Ribagorçana, que nace en los circos glaciares del macizo del Montardo, Comaloformo,

no y Tuc de Colomers, constituye el valle de Boí. Esta cuenca, de 249 km<sup>2</sup>, tiene la cabecera excavada en granito y parte del resto en el paleozoico de la zona axial del Pirineo. Representa los restos del glaciar cuaternario que acababa en el estanque de Llesp. El caudal medio del río es de 8,6 m<sup>3</sup>/seg con un régimen nival de transición. Su agua es retenida en los embalses del estany Negre, Cavallers y Llesp para generar electricidad.

## II. Principales factores edafogenéticos

### *El material originario*

La mayor parte de esta región se encuentra situada dentro del gran batolito granítico de la Maladeta. Únicamente a la entrada de la Ribera de Sant Nicolau aparece el contacto con la cubierta paleozoica plegada que, en líneas generales, es la continuación de las estructuras del valle del Ribagorçana.

Petrográficamente, el granito en esta zona es bastante uniforme, apareciendo en observación macroscópica como una roca de grano medio en la que se observan claramente los elementos que normalmente la integran. Numerosos diques de rocas filonianas: aplitas, pegmatitas, lamprófidos y pórfidos graníticos, cortan el granito.

El granito aparece constituido por cuarzo, ortosa y plagioclasa como elementos leucocratas esenciales y biotita u hornblenda como elementos melanocratas fundamentales. Como minerales accesorios se observan el apatito, el circón, la titanita y el oligisto, y como secundarios la clorita, la sericita y la moscovita.

La edad del granito queda demostrada por sus relaciones con los sedimentos paleozoicos, debiendo aceptarse, según la mayoría de autores, su origen herciniano.

La cobertera paleozoica está formada por pliegues complejos dirigidos al S-SW, modelados en pizarras gothlandienses y calizas devónicas metamorfizadas en ectinitas y donde pueden formarse silicatos cálcicos.

### *El relieve*

El relieve de estos valles está condicionado principalmente por el roqueado granítico, las glaciaciones cuaternarias y el clima actual de tipo periglacial.

Mientras el granito mantiene el relieve debido a su resistencia, alternando los valles excavados por las corrientes fluviales con los macizos montañosos, pueden apreciarse también las huellas de las glaciaciones cuaternarias en la morfología, al transformar las cabeceras de los valles en circos. En estos circos se formaron cuencas lacustres en las zonas deprimidas por la sobreexcavación glaciar y al retirarse el hielo del valle principal, los afluentes quedaron suspendidos y los ríos postglaciares excavaron profundas gargantas enlazando los circos con las arterias principales. Este rasgo morfológico origina uno de los caracteres específicos de la zona, combinándose las laderas escarpadas con las escasas pendientes de los circos.

Muchos de los lagos inicialmente existentes, fueron colmatados de sedimentos y transformados en turbera primero, desapareciendo más tarde, cuando el sedimento se secó, convirtiéndose en llanos. En Aigües Tortes se encuentra un buen ejemplo de esta evolución, pues hace pocos milenios hubo allí un lago que quedó colmado ulteriormente por los sedimentos procedentes de los barrancos de Morrano y Serrader.

*El clima y la vegetación*

Los datos climáticos se indican en las tablas 1 y 2, en las que pueden encontrarse las pluviometrías y temperaturas medias mensuales según la altitud. En la tabla 3 se indican asimismo, para diferentes altitudes, la media del número de días anuales de lluvia, la temperatura media anual según la expresión  $(T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}/2)$ , la evapotranspiración media anual y la radiación solar global media anual expresada en kilovatios/hora por m<sup>2</sup> y día.

De los datos que se indican en estos cuadros podemos deducir que la pluviometría, el número de días anuales de lluvia, la evapotranspiración y la radiación solar se incrementan notablemente con la altura.

Respecto a la vegetación, debe manifestarse que los principales mantos vegetales son los bosques y los prados naturales. En cuanto a los bosques, se encuentran situados en las partes bajas de los valles y hasta poco más de 2.000 m. En la zona inferior se encuentra pino silvestre (*Pinus sylvestris*), con haya (*Fagus sylvatica*) en las zonas umbrías. El abeto (*Abies alba*) aparece mezclado con los anteriores y en las zonas más altas predominan los pinos negros (*Pinus mugo ssp. uncinata*) sobre los abetos. En el valle de Sant Nicolau los pinos negros alcanzan las cercanías del Estany Llong.

En los terrenos morrénicos del fondo de los valles, los prados se desarrollan con abundancia de festucas y *Nardus stricta*. En terrenos altos, donde los depósitos glaciares y periglaciares se han conservado poco, el tapiz vegetal es discontinuo.

**TABLA 1**  
**Pluviometría media mensual (en mm.)**

Mes	Altitud	
	1000 m	1500 m
Enero	60	80
Febrero	60	80
Marzo	80	100
Abril	80	100
Mayo	100	150
Junio	100	150
Julio	60	80
Agosto	80	100
Septiembre	80	150
Octubre	80	100
Noviembre	60	100
Diciembre	80	150
Total	920	1350

**TABLA 2**  
**Temperaturas medias mensuales (en °C)**

Mes	Altitud	
	1000 m	1500 m
Enero	— 4	— 6
Febrero	— 4	— 6
Marzo	2	0
Abril	2	0
Mayo	6	2
Junio	10	8
Julio	12	10
Agosto	12	8
Septiembre	8	6
Octubre	4	2
Noviembre	0	— 4
Diciembre	— 3	— 6



**TABLA 3**  
**Otros datos climáticos**

Parámetro	Altitud	
	1000 m	1500 m
Núm. medio de días con lluvia	80	120
Temperatura media anual	6° C	10° C
Evapotranspiración anual	600 mm	650 mm
Radiación solar global en kw/h por m <sup>2</sup> y día	4,0	4,25

### III. Descripción y datos analíticos de los perfiles estudiados

El estudio edafológico de la zona se realizó observando las características que los suelos presentaban en tres itinerarios distintos, seleccionados en función de la diversidad de factores edáficos presentes en la zona. Se realizó un total de ocho perfiles, de los cuales tan solo se han descrito, muestreado y analizado cuatro de ellos ya que el resto presentaba características morfológicas y grados de evolución semejantes. Los datos correspondientes a los perfiles estudiados se describen a continuación.

#### Descripción morfológica

##### PERFIL I

Localización: Prado, cerca del camino peatonal situado a la izquierda de la carretera de Pont de Suert a Caldes de Boi (km 16) después del desvío de Erill la Vall

Coordenadas: 4° 30' 53'' long. E, 42° 32' 3'' lat. N

Altitud: 1.340 m

Exposición: Sureste

Unidad fisiográfica: ladera

Topografía: pendiente convexa, moderadamente escarpada (13-25%)

Material originario: calcoesquitos parcialmente alterados

Vegetación: prado de gramíneas (festucas)

Drenaje: moderadamente drenado por la presencia de afloramientos rocosos a escasa profundidad

Clasificación USDA: Udoll

Clasificación FAO: Rendzina

Horizonte y profundidad	Características morfológicas
A 0—40 cm	Color en húmedo 10 YR 3/4 y en seco 10 YR 4/3. Rico en materia orgánica asociada a la mineral. Presencia abundante de raíces gruesas. Textura franco-arenosa. Estructura débil. Gravas de distintos tamaños. Presencia de carbonatos. Límite brusco.
R desde 40 cm	Calcoesquistos parcialmente alterados.

## PERFIL II

Localización: km 3,5 de la pista de acceso al Parque Nacional de «Aigües Tortes».

Coordenadas: 4° 33' 30'' long. E, 42° 32' 43'' lat. N.

Altitud: 1520 m

Exposición: Sur

Unidad fisiográfica: pendiente cóncava

Topografía: inclinada (6-13%)

Material originario: coluvio granítico

Vegetación: prado de gramíneas (festucas)

Drenaje: bien drenado

Clasificación USDA: Haplumbrept

Clasificación FAO: Cambisol Húmico

Horizonte y profundidad	Características morfológicas
A <sub>1</sub> 0-10/15 cm	Color en húmedo 10 YR 3/2 y en seco 10 YR 4/3. Rico en materia orgánica incorporada a la mineral. Muchas raíces finas y medias. Textura franco-arenosa. Estructura débilmente granular. Agregados porosos. Actividad biológica moderada. Transición gradual. Límite regular. Sin carbonatos.
A <sub>2</sub> 15-40 cm	Color en húmedo 10 YR 3/4 y en seco 10 YR 5/4. Textura franco-arenosa. Estructura granular débil. Agregados porosos. Actividad biológica considerable. Límite regular. Sin carbonatos.
C desde 40 cm	Grandes coluvios de material originario alterado. Granito leucocrata.

### PERFIL III

Localización: Bosque de coníferas del Cantó, km 2,5 de la carretera que une el estanque de Cavallers con el Balneario de Caldes de Boí.

Coordenadas: 4° 31' 54'' long. E, 42° 34' 25'' lat. N

Altitud: 1580 m

Exposición: Nordeste

Unidad fisiográfica: piedemonte

Topografía: pendiente cóncava moderadamente escarpada (13- 25%)

Material originario: coluvio granítico

Vegetación: *Pinus sylvatica*, gramíneas (festucas)

Drenaje: bien drenado

Clasificación USDA: Haplumbrept

Clasificación FAO: Cambisol Húmico

Horizonte y profundidad	Características morfológicas
A <sub>1</sub> 0-25 cm	Color en húmedo 7,5 YR 3/2 y en seco 10 YR 3/2. Abundante materia orgánica incorporada a la materia mineral. Trozos de raíces grandes parcialmente descompuestas y abundantes raíces finas y medianas frescas. Textura franco-arcillo-arenosa. Estructura granular media fina y muy fina. Abundantes coluvios entre 5 y 10 cm. Sin carbonatos. Límite ondulado.
A <sub>2</sub> 25—30 cm	Color en húmedo 10 YR 3/4 y en seco 10 YR 4/4. Materia orgánica abundante incorporada a la mineral. Raíces finas frescas. Textura franco-arenosa. Estructura frágil y friable. Sin carbonatos.
AC <sub>1</sub> 30-55 cm	Color en húmedo 5 YR 3/4 y en seco 10 YR 5/6. Textura franco arenosa. Débilmente estructurado. Coluvios de diversos tamaños finos, medios y grandes. Sin carbonatos.
AC <sub>2</sub> desde 55 cm	Color en húmedo 5 YR 4/6 y en seco 10 YR 5/8. Características semejantes a las del horizonte anterior, pero con coluvios abundantes de 15-20 cm recubiertos de material fino. Textura franco-arenosa. Débilmente estructurado. Sin carbonatos.

#### PERFIL IV

Localización: Les Basses, zona de pesca al sur del Balneario de Boi. Km 19,5 de la carretera de Pont de Suert a Caldes de Boí.

Coordenadas: 4° 31' 22" long. E, 42° 33' 20" lat. N.

Exposición: Sureste

Unidad fisiográfica: terraza fluvial ondulada en fondo de valle

Topografía: pendiente suavemente inclinada (2-6‰)

Material originario: coluvio granítico

Vegetación: prado de gramíneas (festucas)

Drenaje: imperfectamente drenado. Presencia de capa freática oscilante en el perfil

Clasificación USDA: Fluvaquent

Clasificación FAO: Fluvisol Dístico

Horizonte y profundidad		Características morfológicas
O	(-5)-0 cm	Restos vegetales sin descomponer.
A	0-7 cm	Color en húmedo 10 YR 3/4 y en seco 7,5 YR 4/4. Rico en materia orgánica incorporada a la mineral. Presencia de considerable cantidad de raíces medias y finas. Textura arenosa-franca. Estructura granular friable. Mucha grava de diversos tamaños y hasta 5-10 cm. Sin carbonatos.
AC <sub>1</sub>	7-30 cm	Color en húmedo 7,5 YR 4/4 y en seco 10 YR 5/6. Rico en materia orgánica incorporada a la mineral. Textura franco-arenosa. Estructura granular friable, gránulos pequeños y grandes. Trozos de material originario de diversos tamaños. Sin carbonatos.
AC <sub>2</sub>	30-40 cm	Semejante al horizonte anterior. Color en húmedo 7,5 YR 3/2 y en seco 7,5 YR 4/4. Textura arenosa-franca. Presencia de manchas que manifiestan fenómenos de óxido-reducción por capa freática oscilante.
C	desde 40 cm	Coluvios de granito de gran tamaño.

### Datos analíticos

Se incluyen tan sólo aquellos datos analíticos de tipo físico, químico-físico y mineralógico de mayor interés para la clasificación de los suelos estudiados.

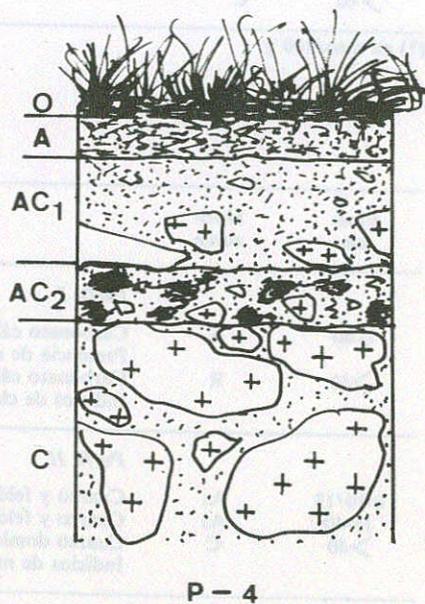
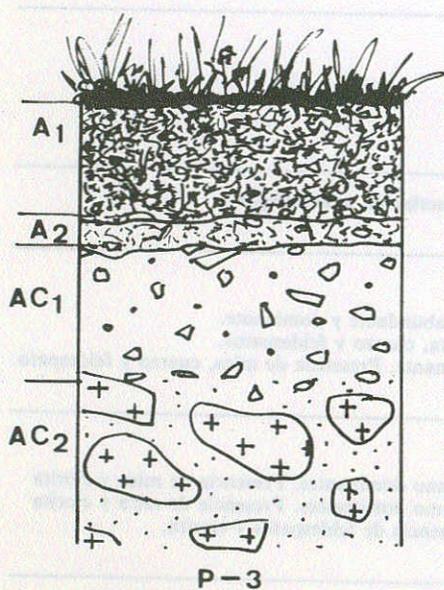
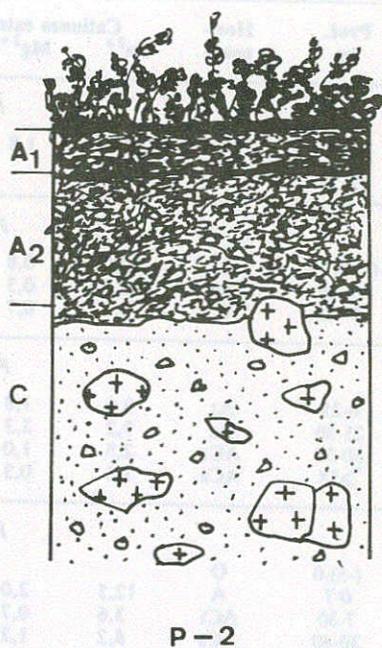
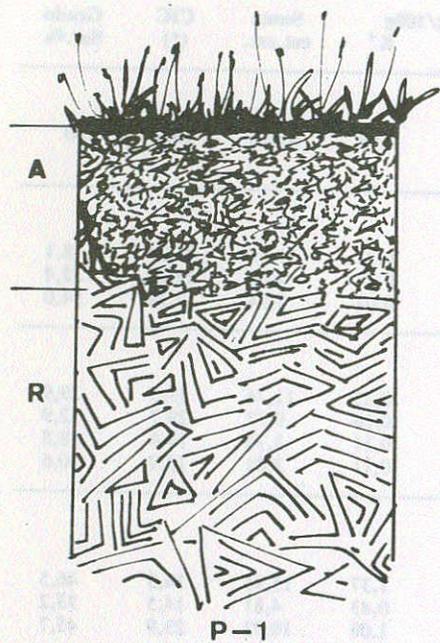
Prof. cm	Horizonte	Arena G. %	Arena F. %	Limo %	Arcilla %
<i>Perfil I</i>					
0-40	A	39,8	13,8	27,8	18,5
>40	R				
<i>Perfil II</i>					
0-10/15	A <sub>1</sub>	62,5	14,3	9,7	13,6
15-40	A <sub>2</sub>	52,3	17,6	13,6	12,6
> 40	C	65,9	17,0	12,2	7,6

Prof. cm	Horizonte	Arena G. %	Arena F. %	Limo %	Arcilla %			
<i>Perfil III</i>								
0-25	A1	34,9	25,5	17,7	21,8			
25-30	A2	45,4	23,8	12,9	17,3			
30-55	AC1	49,5	21,4	15,4	13,6			
>55	AC2	56,4	17,5	14,8	11,2			
<i>Perfil IV</i>								
(-5)-0	O							
0-7	A	39,5	28,8	17,0	14,8			
7-30	AC1	75,9	12,8	4,6	6,7			
30-40	AC2	47,7	27,3	10,3	14,7			
>40	C							
<i>Perfil I</i>								
0-40	A	7,5	7,0	16	1,9	3,3	5,3	0,358
>40	C							
<i>Perfil II</i>								
0-10/15	A1	5,7	5,0	0	2,1	3,6	15,2	0,138
15-40	A2	6,2	4,7	0	1,2	2,2	9,5	0,126
>40	C	6,2	4,5	0	0,3	0,5	12,9	0,023
<i>Perfil III</i>								
0-25	A1	4,6	3,9	0	4,05	7,0	12,8	0,316
25-30	A2	5,2	4,4	0	2,9	5,1	18,8	0,154
30-55	AC1	5,5	4,3	0	1,7	2,9	17,5	0,097
>55	AC2	5,6	4,7	0	1,7	3,0	27,0	0,063
<i>Perfil IV</i>								
(-5)-0	O							
0-7	A	6,4	5,5	0	2,9	5,0	9,5	0,305
7-30	AC1	6,0	5,0	0	1,2	2,2	22,7	0,053
30-40	AC2	6,0	—	0	4,4	3,5	31,6	0,139
>40	C							

Prof. cm	Horizonte	Cationes extractables meq/100g				Suma cat. ext.	CIC (*)	Grado Sat. %
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>			
<i>Perfil I</i>								
0-40	A	33,6	1,8	0,07	0,09	35,56	15,1	100
>40	R							
<i>Perfil II</i>								
0-10/15	A1	10,0	0,8	0,08	0,31	11,19	23,24	48,1
15-40	A2	3,5	0,3	0,07	0,17	4,04	12,47	32,4
>40	C	3,1	0,7	0,07	0,07	3,94	7,29	54,0
<i>Perfil III</i>								
0-25	A1	9,6	1,8	0,09	0,25	11,74	39,3	29,9
25-30	A2	7,2	2,3	0,11	0,16	9,77	29,7	32,9
30-55	AC1	2,5	1,0	0,09	0,11	3,70	19,6	18,8
>55	AC2	1,5	0,3	0,10	0,11	2,01	18,9	10,6
<i>Perfil IV</i>								
(-)-0	O							
0-7	A	12,5	2,0	0,09	1,37	15,96	34,3	46,5
7-30	AC1	3,6	0,7	0,08	0,43	4,81	14,5	33,2
30-40	AC2	8,2	1,2	0,45	1,08	10,93	23,9	45,7
>40	C							

(\*) en meq/100 g.

Prof. cm	Horizonte	Descripción mineralógica
<i>Perfil I</i>		
0-40	A	Carbonato cálcico muy abundante y dominante.
>40	R	Presencia de mica, clorita, cuarzo y feldespatos. Carbonato cálcico dominante. Presencia de mica, cuarzo y feldespato. Indicios de clorita.
<i>Perfil II</i>		
0-10/15	A1	Cuarzo y feldespatos como dominantes. Presencia de mica y clorita
15-40	A2	Cuarzo y feldespatos como dominantes. Presencia de mica y clorita
>40	C	Cuarzo dominante. Presencia de feldespatos y clorita. Indicios de mica.



Representación esquemática de los perfiles estudiados.

Prof. cm	Horizonte	Descripción mineralógica
<i>Perfil III</i>		
0-25	A1	Dominante cuarzo. Presencia de feldespatos, mica y clorita
25-30	A2	Dominante cuarzo. Presencia de feldespatos, mica y clorita
30-55	AC1	Dominantes cuarzo y feldespatos. Presencia de mica y clorita
>55	AC2	Dominantes cuarzo y feldespatos. Presencia de clorita
<i>Perfil IV</i>		
(-5)-0	O	
0-7	A	Dominantes cuarzos y feldespatos. Presencia de mica y clorita
7-30	AC1	Dominante cuarzo. Presencia de feldespatos. Indicios de mica y clorita
30-40	AC2	Dominante cuarzo. Presencia de feldespatos, mica y clorita
>40	C	

### Métodos y técnicas empleados

Se han utilizado los métodos y técnicas más usuales en la caracterización de suelos.

- Análisis mecánico: Pipeta Robinson previa destrucción de agentes cementantes.
- pH: 1/2,5 en agua y KCl 1N
- Carbonato cálcico equivalente: Calcímetro de Bernard
- Materia orgánica: Método de Walkley-Black
- Nitrógeno total: Método de Kjeldahl
- Cationes extractables: NH<sub>4</sub>AcO a pH 7
- Capacidad de intercambio catiónico: Método potenciométrico de Cruañas y Cardús a pH 7
- Mineralogía: Difracción de rayos X en muestras de suelo total

### IV. Discusión de resultados y conclusiones

Los perfiles estudiados muestran claramente un escaso grado de evolución con secuencias morfológicas predominantemente de tipo AC o AR que se presentan fundamentalmente sobre material granítico meteorizado y ocasionalmente sobre calcoesquistos bastante consolidados.

El material originario no influye por tanto de forma significativa en la evolución edáfica, sí en cambio la geomorfología, puesto que el relieve accidentado proporciona fuertes pendientes que por fenómenos de coluviación

constante no permiten que los suelos alcancen estados clímax con mayor grado de evolución. En zonas de pendiente menor (piedemonte y fondos de valle) estos suelos alcanzan mayores profundidades debido al aporte coluvial o aluvial y las secuencias pasan a ser de tipo A AC C con horizontes de transición entre A y C (AC) con elevados contenidos de materia orgánica generados por la mezcla de materiales durante el aporte.

La climatología, de precipitaciones considerables pero de temperaturas medias bajas, no permite una alteración química importante y por tanto la presencia de horizontes Bw de alteración, aunque sí una meteorización física por acción mecánica del agua que tras penetrar en el poro de la roca experimenta notables expansiones durante las heladas y también por los contrastes de temperaturas y las dilataciones que ello supone. Las altas precipitaciones conducen además a horizontes lavados con un grado de saturación en bases inferior al 50%, salvo en presencia de material calcáreo subyacente.

En los fondos de valle, aunque de poca amplitud, se depositan los aportes fluviales, generando posibles perfiles con idénticas características salvo por la distribución irregular en profundidad de la materia orgánica y la existencia de una posible capa freática oscilante que deja su huella en el perfil como manchas irregularmente repartidas de colores rojo-amarillento y gris. Estas manchas se deben a la dinámica del sistema  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$ , controlada por los procesos de oxidación-reducción que se dan alternadamente en épocas de aireación o hidromorfía de acuerdo con el nivel freático que en las distintas épocas del año se alcanza.

En todos los suelos estudiados, los horizontes superiores e incluso algunos de los subsuperficiales presentan una notable cantidad de materia orgánica íntimamente asociada a la mineral, como consecuencia de una abundante vegetación de bosque o prado que aporta considerables cantidades de materia orgánica capaz de ser humificada. Sin embargo, esta dinámica se ve algo disminuida por las condiciones de elevada humedad, baja temperatura y lavado de bases del medio; factores que no permiten observar en general grados de estructuración importantes.

En definitiva, un paisaje edáfico con suelos muy afectados por el factor geomorfológico y un escaso grado de evolución donde los fenómenos de mayor importancia son la incorporación de materia orgánica, el lavado de bases de los horizontes superiores, el aporte coluvial o aluvial y la hidromorfía originada por una capa freática oscilante, que marca considerablemente la morfología de estos suelos.

De acuerdo con el Soil Taxonomy System, estos suelos se corresponden mayoritariamente con los órdenes Entisols e Inceptisols, que en la zona estudiada se desarrollan sobre material granítico, si bien en zonas puntuales donde afloran esquistos de naturaleza calcárea pueden también aparecer suelos de este tipo que se corresponden entonces con el orden Mollisols.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALBAREDA, J.M. y col. Estudio de los suelos del valle del Ebro. 1961
2. IGME. Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja de Berga (nº 24). 1980
3. Atlas Climático de España. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid, 1983.
4. Guía catográfica del Montardo-Vall de Boi, escala 1:25.000. Editorial Alpina, Granollers (Barcelona), 1985
5. RIBA, O. y col. Geografía física dels Països Catalans. Ketrés editora, Barcelona. 1980
6. Servicio Geográfico del Ejército. Hoja cartográfica nº 33-9 de Esterrí d'Aneu, escala 1:50.000
7. SOLE SABARIS, L. Geografía de Catalunya. Ed. Aedos. Barcelona, 1964.
8. PRAT ALSINA, P. y col. Introducció a la flora i fauna de la vall de Boi. Itinerari: Les comunitats d'Aigües Tortes. ICE Universitat de Barcelona. 1987.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración recibida por parte del Dr. Travería del Instituto de Investigaciones Geológicas «Jaime Almera» de Barcelona (CSIC), del Dr. Lasala del Centro de Investigación y Desarrollo de Barcelona (CSIC) y del Dr. Ballbé del Laboratorio de Edafología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona.

# VEGETACION DEL ENTORNO DE CALDES DE BOHI

M. Ladero, C.J. Valle, A. Amor & M.T. Santos

*Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Farmacia  
Universidad de Salamanca  
37007 Salamanca (España)*

**RESUMEN:** Se estudia la vegetación del entorno de Caldes de Bohí. Según los datos bioclimáticos, hemos diferenciado tres pisos de vegetación: alpino, subalpino y montano. Hemos reconocido siete series de vegetación. En unas ocasiones hemos podido reconocer e inventariar la asociación cabecera de la serie y en otras alguna de las etapas seriales del complejo teselar. Finalmente se reseñan las plantas medicinales que hemos recolectado e inventariado en los distintos parajes visitados del territorio objeto de este trabajo.

**SUMMARY:** A study is made of the vegetation of the surroundings of Caldes de Bohí. Using bioclimatic data we have been able to distinguish three vegetation floors: alpine, subalpine and mountain. Seven series of vegetation have been recognised. Occasionally, it has been possible to recognise and inventory the principal associations of the series and at other times some of the serial stages of the tessellate complex. Finally, a list is given of the medicinal plants that have been collected and inventoried in the different areas visited in the territory studied in this work.

## **Bosquejo fisonómico**

Durante los primeros días del mes de julio de 1988, visitamos el Valle de Bohí y concretamente las Caldes de Bohí con el fin estudiar e informar en la Real Academia de Farmacia de la vegetación que crece en un paraje tan extraordinario como es en sí el Valle de Bohí. Para ello y tomando como campamento base las Caldes de Bohí recorrimos una serie de itinerarios señalados a los visitantes, tanto para aquellos que acuden a reparar su salud, como para otros muchos que desean disfrutar de los bellos paisajes que ofrecen estas tierras, durante el período estival.

Aguas arriba de Pont de Suert en el camino de Viella, el Noguera Ribagorzana recibe las aguas de otro río de aproximadamente el mismo caudal, es el Noguera de Tor; en sus márgenes se extiende el Valle de Bohí. En la parte inferior es amplio, para posteriormente estrecharse antes de llegar a Erill-la-Vall y finalmente volver a ensancharse hasta llegar a Caldes de Bohí, terminando en la base de la presa de Cavallers. Es un angosto valle encajado entre montañas donde algunos picos superan los 3.000 m. de altitud. Se trata de un valle disimétrico como señala VILA BLANCH (1985: 1), ya que los ríos de la margen derecha del Noguera de Tor son de corto recorrido y gran pen-

diente como sucede con los que corren por los barrancos de Coma lo Forno, Remangueras, Estapiella y de la Sallent. En la margen izquierda por encima del pueblo de Bohí y más abajo de las Caldes recibe un río de aproximadamente el mismo caudal que desemboca perpendicularmente al Noguera de Tor, es el río San Nicolás que recorre el valle de su nombre desde las proximidades del Portarró d'Espot. Todavía por debajo de Bohí se une el río de San Martín, aunque ya fuera del área que ocupa este trabajo.

Con el fin de poder analizar mejor la vegetación de este valle, nos ha parecido oportuno incluir en este estudio la vegetación del Valle de San Nicolás, ya que sirve de complemento al propiamente llamado de Bohí, hecho que también tuvo en cuenta FONT i QUER, (*Ilerda* 9:7-94), cuando estudió la Flórula de este territorio. Para nosotros el área comprendida en este trabajo (ver mapa n.º 1) queda limitada al norte por el Estany de Cavallers, al sur, por el eje Erill-la-Vall—Bohí, al oeste por el circo de montañas que rodean la Pla de la Cabaña y la solana del Pico de Coma lo Forno y el este lo marcan las sierras de Colomers y Martí Llac, entre las que discurre el río San Nicolás, teniendo como punto más distante la Pla de Aigües Tortes. El territorio recorrido tiene forma de «y» griega, circundado por un conjunto de picos y sierras que no bajan de los 2000 m. El Valle de Bohí en su tramo superior es un valle encajado en dirección norte—sur, quedando las laderas en exposición este—oeste; por el contrario, en el de San Nicolás, perpendicular al primero, las exposiciones de sus laderas se orientan al norte y al sur, lo cual permite la instalación de determinadas comunidades vegetales en las solanas más abrigadas.

En resumen, en este trabajo no sólo se tendrá presente la vegetación que se desarrolla entre el Estany de Cavallers y las aldeas de Bohí y Erill-la-Vall, sino la que se desarrolla en el Valle de San Nicolás, desde Aigües Tortes hasta su unión con el Valle de Bohí. También hemos considerado necesario recorrer las Pla de la Cabana y Pla de la Sallent, donde hemos podido estudiar los cervunales edafohigrófilos de las navas y los pastizales psicroxerófilos de las laderas abruptas, donde alternan estos últimos con los pinares de pino negro.

Es también necesario reseñar aquí que los estudios botánicos de estos Valles de Bohí se han realizado en los últimos años, cuando FONT i QUER junto con otros botánicos catalanes y valencianos los recorre en 1944; hasta esa fecha como señala este autor (l.c: 9), sólo COSTA, GONZALEZ, ISERN y GAUSSEN aportan algunos datos florísticos de este Valle. Los estudios de vegetación se inician con Font i Quer en 1944, publicados en 1948, siendo posteriormente RIVAS-MARTINEZ (1968), BOLOS y VIGO en varias ocasiones los que comentan su vegetación dentro del contexto de la vegetación de Cataluña y finalmente FOLCH i GUILLEN (1981).

Los Valles de Bohí se caracterizan por una gran uniformidad geológica donde predominan las rocas plutónicas ácidas del tipo de los granitos y sólo en la desembocadura del río San Nicolás hemos observado el afloramiento de calizas paleozoicas, lo cual se pone de manifiesto por la instalación sobre este tipo de rocas del bello endemismo pirenaico *Ramonda myconi* (L.) Rei-

chenb., formando parte de la comunidad casmofítica *Saxifrago-Ramondetum myconii* Br.-Bl., 1943.

Los datos climáticos aportados por RIVAS-MARTINEZ (1987: 36) de Bohí y Estanygento y que nosotros transcribimos, nos permiten conocer una serie de parámetros de gran importancia para situar el territorio estudiado en una región corológica determinada, los pisos bioclimáticos y sus horizontes, los tipos de ombroclimas y por ende los diversos tipos de vegetación que se corresponden con cada uno.

	altitud	Núm. años	T	M	m	It	Dlh	P	Pv	Im <sub>3</sub>
<b>Estanygento</b>	2.174	34	3	0,1	-8,7	-58	0	1.283	332	0,8
<b>Bohí</b>	1.210	13	10	8,1	-2,2	159	159	1.072	322	1,0

Al analizar los datos indicados más arriba, en los cuales: **T**= temperatura media anual, **M**= media de las máximas del mes más frío, **m**= media de las mínimas del mes más frío, **It**= índice de termicidad, **Dlh**= días libres de heladas, **P**= precipitación media anual en mm, **Pv**= precipitación media de verano: junio+julio+agosto, **Im<sub>3</sub>**= índice de mediterraneidad del verano (julio+agosto+septiembre), nos permite conocer lo siguiente: que ambas estaciones están situadas en la región Eurosiberiana ya que los valores de Im<sub>3</sub> son menores de 2,5, valor considerado como límite entre las regiones Mediterránea y Eurosiberiana.

El tipo de invierno viene definido por los valores de **m**, lo cual nos permite conocer que nuestras estaciones y por ello el territorio, en Estanygento que se encuentra en las partes altas, el invierno es **extremadamente frío** (valores menores de  $-7^{\circ}$ ), en tanto que en Bohí se considera **frío** (valores entre  $-4^{\circ}$  a  $-1^{\circ}$ ). Con los datos correspondientes a T, m, M, It, podemos conocer el piso bioclimático. Al comparar los datos obtenidos y aquellos que definen los pisos bioclimáticos dentro de la región Eurosiberiana, nos permiten afirmar que Estanygento se encuentra en el **piso alpino** (T  $3^{\circ}$ , M  $-8$ , M  $0^{\circ}$ , It 50) en tránsito al subalpino y Bohí en el **piso montano** (T 6 a  $10^{\circ}$ , m  $-4$  a  $0^{\circ}$ , M 3 a  $8^{\circ}$ , It 50 a 180). Los datos aportados por It, que resultan de aplicar la sencilla fórmula  $It = (T+m+M)10$ , nos permiten conocer el horizonte o subpiso bioclimático en que se encuentra una estación. Comparando los datos obtenidos y los que definen los horizontes, nos encontramos que Estanygento con It =  $-58$  se encuentra en el **horizonte inferior** del piso alpino (It entre  $-90$  a  $-50$ ), en tanto que Bohí con It = 159, se encuentra en el **horizonte mesomontano** (It entre 111 a 180). En resumen, los Valles de Bohí y las montañas circundantes se encuentran situados en la Región Eurosiberiana, estando representados los pisos bioclimáticos desde el montano medio (mesomontano) hasta el alpino inferior e incluso en algún pico puede llegar al alpino superior.

Otro dato climático que hoy se considera importante para definir los pi-

sos bioclimáticos, es el **período de actividad vegetal** (Pav), el cual está ligado al número de meses del año en que se superan los 7,5° de temperatura media mensual. El piso alpino los supera de 1 a 3 meses, el subalpino de 4 a 6 y el montano de 7 a 10.

Como ya hemos expresado más arriba los datos ombroclimáticos nos permiten separar distintos tipos de vegetación y ello viene dado por los valores de **P** (precipitación media anual). Dentro de la región Eurosiberiana se consideran tres tipos de ombroclimas: **subhúmedo** con valores de P entre 500 a 900 mm., **húmedo** entre 900 a 1400 mm. e **hiperhúmedo** con  $P > 1400$  mm. Con los datos proporcionados por RIVAS-MARTINEZ (l.c.) y VILA BLANCH (l.c.: 7) Estanygento con  $P = 1.283$ , Estany de Cavallers con  $P = 1.348$  mm., Caldes de Bohí con 1.190 mm. y Bohí con 1.072 mm. podemos concluir que las cuatro estaciones presentan un ombroclima **húmedo** variando en cuanto a su horizonte, que va desde el **húmedo medio** de Bohí y Caldes de Bohí con precipitaciones entre 1.050 y 1.200 mm. y el **húmedo superior** de Estanygento y Estany Cavallers entre 1.200 y 1.400 mm.

Coincidiendo con la opinión de RIVAS-MARTINEZ (1987: 26), las comunidades clímax del territorio se ajustan a la norma general; así en el piso mesomontano de ombroclima húmedo predominan los bosques de *Fagetalia* Pawl. 1928, en el piso subalpino de ombroclima húmedo los bosques de *Vaccinio-Piceetalia* Br.- Bl. 1939 y en el piso alpino los pastizales psicroxerófilos de *Caricetalia curvulae* Br.- Bl. 1926.

La **situación biogeográfica** de los Valles de Bohí según señala RIVAS-MARTINEZ (l.c.: 18) es la siguiente: región Eurosiberiana, superprovincia Alpino-Pirenaica, provincia Pirenaica, sector Pirenaico oriental y subsector Ribagorzano-Pallarsés.

Antes de comentar los distintos tipos de comunidades vegetales encontradas en los Valles de Bohí, nos parece adecuado señalar las cabezas de las **series de vegetación**, siguiendo a RIVAS-MARTINEZ (1987), que nosotros hemos reconocido, bien por encontrarse en la fase de clímax o a través de etapas seriales que sustituyen a las etapas maduras.

#### A. Piso alpino

1. Serie alpina pirenaica oriental silicícola de *Festuca supina*.  
*Hieracio breviscapii*—*Festuceto supinae* sigmetum

#### B Piso subalpino

2. Serie subalpina pirenaica acidófilo—esciófila del pino negro  
(*Pinus uncinata*). *Rhododendro*—*Pineto uncinatae* sigmetum
3. Serie subalpina pirenaica acidófilo—esciófila del abeto (*Abies alba*)  
*Homogyno*—*Abietetto albae* sigmetum
4. Serie subalpina pirenaica heliófila del pino negro (*Pinus uncinata*)  
*Arctostaphylo*—*Pineto uncinatae* sigmetum

### C. Piso Montano

5. Serie altimontana pirenaica silicícola del pino albar (*Pinus sylvestris*).  
*Veronico officinalis*—*Pineto sylvestris* sigmetum
6. Serie montana pirenaica acidófila del haya (*Fagus sylvatica*)  
*Luzulo niveae*—*Fageto* sigmetum
7. Serie montana pirenaica mesofítica del fresno (*Fraxinus excelsior*)  
*Brachypodio sylvatici*—*Fraxineto excelsioris* sigmetum

### Vegetación del piso Alpino

La vegetación del piso alpino queda fuera del territorio recorrido por nosotros, pero sí es necesario al menos señalar unas pinceladas sobre los pastizales que se instalan en las laderas de las altas cumbres por encima de 2.200 — 2.300 m. En las montañas que conforman los valles de Bohí y San Nicolás son numerosos los picos que superan esta altura, así destacaremos en la margen izquierda el Aut de 2.530 m. Tuc del Món de 2.520 m, Pic de Coma les Torres de 2.805 m., Pic de Coma lo Forno de 3.005 m., los Besiberri sur, medio y norte que no bajan de los 3.000 m., Bony de l'Orri de 2.362 m.; en la margen derecha señalaremos Punta Alta 3.014 m., Pic de Colmates de 2.768 m. y, finalmente, en la cuenca del río San Nicolás destacamos Pic Serrader de 2.941 m. y el Gran Tuc de Colomers de 2.932 m.

Debido a que las líneas de cumbre que rodean estos valles rara vez bajan de los 2.200 m, el piso alpino está bien representado.

Los pastizales climácicos que cubren las altas cumbres están constituidos por elementos de distribución circumártico—alpina con un elevado número de endemismos pirenaicos; los suelos sobre los que se desarrolla son del tipo de los ranker moder alpino, y en cuanto a sus biotipos dominan los hemicriptófitos cespitosos sobre los caméfitos sufrutescentes. El grado de cobertura es elevado llegando, como señala RIVAS-MARTINEZ (1974, tabla n.º 4), del 80 al 90%. Como comunidad climax en todo el Pirineo oriental se ha descrito la asociación *Hieracio breviscapi-Festucetum supinae* Br.- Bl. 1948, e incluso RIVAS-MARTINEZ (l.c.: 20) considera que en el macizo de la Maladeta y en el Besiberri se encuentra esta comunidad sustituida por la *Seslerio-Caricetum curvulae* Rivas-Martínez 1974 típica del piso alpino del Pirineo Central. Estas asociaciones vegetales representan ecosistemas muy frágiles al estar sometidas a unas condiciones climatológicas muy duras, lo que lleva consigo su fácil degradación cuando los suelos tienen cierta inclinación debido a fenómenos de erosión por agua y nieve. Como especies bioindicadoras de estas comunidades RIVAS-MARTINEZ (1987: 58) señala las siguientes: *Festuca airoides* Lam. (*F. supina* Schur), *Androsace carnea* L. subsp. *laggeri* (Huet) Nyman, *Avenula versicolor* (Vill.) Laínz, *Erigeron aragonensis* Vierh, *Hieracium breviscapum* DC. (*H. pumilum* Lapeyr., non L.), *Leucanthemopsis alpina* (L.) Heywood, *Minuartia sedoides* (L.) Hiern, *Pedicularis pyrenaica* Gay y *Phyteuma globulariifolium* Sternb. & Hope subsp. *pedemontanum* (R. Schulz) Becherer (*P. pedemontana* R. Schulz).

Sobre los suelos gleyzados en las proximidades de los ventisqueros son sustituidas por los cervunales de *Trifolio-Alopecuretum gerardi* Br.- Bl. 1948 y en las gleras o pedregales sueltos se instalan las comunidades del *Senecion leucophylli* Br.- Bl. 1948 y más concretamente la asociación *Cryptogrammo-Dryopteridetum abbreviatae* Gruber 1978. Las comunidades clímax son sustituidas en las zonas de acusada pendiente por los pastizales psicroxerófilos de la alianza *Festucion eskiae* Br.- Bl. 1948 como comunidades colonizadoras. Se desarrollan sobre suelos rankeriformes y su óptimo se encuentra por encima de los 2.000 m., aunque también es frecuente observarlas en los claros de pinares de *Pinus uncinata* Miller del piso subalpino. Estos pastizales son dominantes en los macizos montañosos sometidos a una xericidad estival acusada. En todo el Pirineo oriental los pastizales de este tipo están representados por la asociación *Campanulo—Festucetum eskiae* Br.- Bl 1948 y es posible, como señala RIVAS-MARTINEZ (*l.c.*: 12), que en determinados lugares como el Besiberri sea sustituida por la comunidad del Pirineo central *Carici—Festucetum eskiae* Rivas-Martínez 1974. En la figura n.º 1 presentamos un corte esquemático de la vegetación alpina.

### Vegetación del piso Subalpino

El piso subalpino se encuentra situado entre los 1.600 y los 2.200 m.s.n.m. en todo el Pirineo; viene definido por la instalación en él de los bosques de coníferas, representados por los pinares de *Pinus uncinata* Miller y los abetales de *Abies alba* Miller (*cf.* fig. 2.).

Dentro de los pinares de pino negro, dependiendo de la orientación se presentan dos comunidades clímax, la *Rhododendro-Pinetum uncinatae* Rivas-Martínez 1968 que prospera en las umbrías, mientras que en las solanas se instala un pinar heliófilo de *Arctostaphylo-Pinetum uncinatae* Rivas-Martínez 1968.

Los pinares mesofíticos y umbrófilos del piso subalpino, se corresponden con una comunidad muy bien formada y homogénea, en la que el bosque no es muy denso. Está formada por tres estratos, uno arbóreo, constituido en su totalidad por *Pinus uncinata* Miller, un segundo estrato formado por un matorral rastrero con predominio de *Rhododendron ferrugineum* L., *Sorbus chamaespilus* (L.) Crantz y *Vaccinium myrtillus* L., en el que llegan a presentar un 100% de cobertura y un tercer estrato donde la masa muscinal es importante destacando: *Hylocomium splendens* B. & S., *Dicranum scoparium* Hedw. y *Rhytidiadelphus triquetrus* (L. ap. Hedw.) Warnst. Los suelos sobre los que se forman estos bosques están podsolizados, llegando a un equilibrio en el podsol férrico.

En el territorio estudiado los pinares de *Rhododendro-Pinetum* ocupan las exposiciones de umbría en el circo de la Pla de la Sallent a partir de los 1.850 m. y en el de la Pla de la Cabana ocupa todas las orientaciones desde los 1.960 m. En las laderas escarpadas de la Umbría del Pic de Comaltes frente al balneario de Bohí los pinares de pino negro se instalan a partir de los

1.800 m., e igualmente podemos indicar en las laderas que bordean el Valle de San Nicolás; en las umbrías a partir de los 1.800 m. y en las solanas desde los 1.900 m. En resumen podemos afirmar que la *Rhododendro-Pinetum uncinatae* es la comunidad cabeza de serie mejor conservada y con mayor representación de los Valles de Bohí. En la umbría de Caldes de Bohí por debajo del Estany de Cavallers RIVAS-MARTINEZ (1968: 26, tabla n.º 4, invent. n.º 27) presenta un inventario levantado a 1.650 m. en el contacto entre el pinar de *Rhododendro-Pinetum uncinatae* subalpino y los abetales montanos esciófilos de *Goodyero-Abietetum albae* (Br.- B1.) 0. de Bolòs 1957 (*Galio rotundifolii-Abietetum* Rivas-Martínez 1968).

Como ejemplo de la *Rhododendro-Pinetum uncinatae* presentamos un inventario levantado en Pla de la Cabana a 2.000 m.s.n.m. sobre suelos podsolizados originados a partir de granitos:

**Area:** 100 m<sup>2</sup>, **Exp.** NE, **Cobertura** 80%, **altura de los árboles:** 10—12 m. *Pinus uncinata* Miller (árboles) 3.3, *Pinus uncinata* Miller 1.1, *Rhododendron ferrugineum* L. 3.4, *Vaccinium myrtillus* L. 2.3, *Homogyne alpina* (L.) Cass. 1.2, *Festuca paniculata* (L.) Schinz & Thell subsp. *spadicea* (L.) Litard. (*F. spadicea* L.) 2.2, *Festuca eskia* Ramond 2.3, *Luzula nivea* (L.) DC. 1.1, *Luzula caespitosa* Gay (*L. pediformis* (Chaix) DC.) 1.1, *Sorbus mougeotii* Soyer-Willemet & Godron.

En las laderas desprovistas de vegetación arbustiva, se instala el pastizal pionero de *Festucion eskiae* que ya hemos comentado al hablar del piso alpino, tanto la asociación *Campanulo-Festucetum eskiae* Br.- B1. 1948 *em. nom.* Rivas-Martínez 1974 como la *Carici-Festucetum eskiae* Rivas-Martínez 1974.

Una de las características que presentan los pinares de *Rhododendro-Pinetum* frente a los de *Arctostaphylo-Pinetum uncinatae* es la persistencia de la nieve desde noviembre a mayo; por el contrario la comunidad heliófila queda desprovista de nieve a lo largo del período invernal, tanto por estar asentadas en las solanas como en zonas muy batidas por el viento, lo que hace que tenga que soportar condiciones mucho más extremas.

Los pinares heliófilos de *Arctostaphylo-Pinetum uncinatae*, tan frecuentes en el Pirineo Central, los hemos detectado en los Valles de Bohí en la vertiente meridional, entre Pla de la Sallent y Pla de la Cabana, en la ladera sur de la Pla de Taüll y en general en exposiciones de solana colonizando grandes bloques graníticos sobre 1.960 m. Como ejemplo incluimos el inventario levantado en la localidad de la Pla de Sallent:

**Exp.:** SE, **Area:** 100 m<sup>2</sup>, **Cobertura:** 50% *Pinus uncinata* Miller 2.3, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Sprengel 1.2, *Vaccinium myrtillus* L. 3.3, *Juniperus communis* L. subsp. *nana* Syme 1.2, *Rubus idaeus* L. +, *Festuca paniculata* (L.) Schinz & Thell subsp. *spadicea* (L.) Litard. (*F. spadicea* L.) 2.2, *Cytisus oromediterraneus* Rivas-Martínez & cols. 1.1, *Asphodelus albus* Miller 1.1, *Calluna vulgaris* (L.) Hull 1.1, *Sorbus aucuparia* L. +, *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman 1.1. La comunidad que ocupa mayor extensión es el piornal de sustitución, colonizando espolones y barreras con grandes bloques graníticos, que destacan perfectamente en los primeros días de julio por encon-

trarse en plena floración. En cuanto a estas formaciones coincidimos con RIVAS-MARTINEZ (1968: 27) al considerarla como una subas. *cytisetosum oromediterranei* (Br. - Bl. 1948) Rivas-Martínez 1968 (*cytisetosum purgantis*) dentro de la asociación *Arctostaphylo-Pinetum uncinatae*. Como ejemplo de esta comunidad presentamos un inventario, levantado en la solana de la Pla de la Sallent sobre los 1.800 m.s.n.m. y no lejos del anterior, cuyas características son:

**Cobertura:** 95%, **Area:** 100 m<sup>2</sup>, **Exp.:** S, *Pinus uncinata* Miller 1.1, *Cytisus oromediterraneus* Rivas-Martínez & cols. 4.4, *Juniperus communis* L. subsp. *nana* Syme 2.3, *Juniperus communis* L. subsp. *hemisphaerica* (J. & C. Presl) Nyman 1.2, *Amelanchier ovalis* Medicus 1.2, *Molopospermum peloponnesiacum* (L.) Koch 1.2, *Vaccinium myrtillus* L. 2.3, *Rosa pendulina* L. 2.2, *Asphodelus albus* Miller 1.1, *Festuca gautieri* (Hackel) K. Richter (*F. scoparia* A. Kerner) 1.2, *Festuca eskia* Ramond 1.2, *Stellaria holostea* L. 1.1, *Rubus idaeus* L. 2.2, *Sorbus aucuparia* L. 1.1, *Pulmonaria affinis* Jordan 1.1, *Ribes petraeum* Wulfen 1.2, *Ribes alpinum* L. 1.1, *Betula pubescens* Ehrh. + 2, *Rhamnus alpinus* L. 1.2, *Lonicera pyrenaica* L. + 2, *Abies alba* Miller +.

Los suelos sobre los que se desarrollan los pinares heliófilos tienden a acidificarse por la influencia de la materia orgánica bruta, llegando a formarse unos suelos que pueden ser incluidos dentro del ranker pardo tangeliforme o de mor, opinión que compartimos con RIVAS-MARTINEZ (1987: 59). En los claros de estos pinares se instala como pastizal psicroxerófilo la asociación de *Hieracio-Festucetum paniculatae* Br.- Bl. 1948. Entendemos que es una comunidad más, que separa los pinares subalpinos de solana y umbría.

En algunos ecótopos muy especiales, sobre todo en la base de laderas expuestas al norte y con un elevado grado de humedad, como es el caso de la umbría de Aigües Tortes, los pinares de *Rhododendro-Pinetum uncinatae* dan paso sobre suelos profundos a la formación de un abetal, que corresponde a la asociación *Homogyne alpinae-Abietetum albae* (Br.- Bl. 1939) Gruber 1978. Está caracterizado por un bosque denso con predominio de *Abies alba* Miller y, en menor proporción, *Pinus uncinata* Miller; en cuanto al dosel arbustivo se presenta con una cobertura máxima de *Rhododendron ferrugineum* L. y más escasos *Vaccinium myrtillus* L. y *Rosa pendulina* L. En cuanto al dosel herbáceo y briofítico destacar la alta presencia de *Hylocomium splendens* B. & S., al que acompañan *Homogyne alpina* (L.) Cass., *Luzula sylvatica* (Hudson) Gaudin, *Luzula nivea* (L.) DC., *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray, etc.; los suelos son profundos, con diverso grado de podsolización. Como ejemplo de esta comunidad presentamos un inventario levantado en Aigües Tortes:

**Alt:** 1.850 m, **Area:** 100 m<sup>2</sup>, **Cobertura** 80%, **Exposición** N; el abetal está formado por un estrato arbóreo con árboles de 15 a 20 m. *Abies alba* Miller 2.3, *Pinus uncinata* Miller 1.2, *Rhododendron ferrugineum* L. 3.4, *Sorbus mougeotii* Soyer-Willemet & Godron 1.2, *Vaccinium myrtillus* L. 2.3, *Ranunculus aconitifolius* L. 1.1, *Homogyne alpina* (L.) Cass. 2.2. *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman 2.2, *Luzula nivea* (L.) DC. 1.1, *Luzula sylvatica*

(Hudson) Gaudin 2.2, *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray 2.2, *Rubus caesius* L. 1.2, *Rosa pendulina* L. 1.1, *Hylocomium splendens* B. & S. 3.4.

Para completar las formaciones arbóreas del piso subalpino y en su paso al piso altimontano, destacar los abedulares que se instalan en acusadas pendientes, colonizando superficies formadas por grandes bloques graníticos; se trata de comunidades de umbría en exposiciones norte y por tanto muy frescas; son formaciones colonizadoras encargadas de restañar las heridas producidas por las avalanchas de nieve en invierno y las lluvias torrenciales del período estival. El resultado es la instalación de un abedular formado principalmente por *Betula pubescens* Ehrh. subsp. *carpathica* (Willd.) Ascherson & Graebner al que acompañan elementos de *Fagetalia* y *Vaccinio-Picetalia* y un elevado número de elementos fitonitrófilos del orden *Adenostyletalia* G. & J. Br.- Bl. 1931. En cuanto a la posición sintaxonómica de estas comunidades, está muy próxima a la descrita por RIVAS-MARTINEZ (1968: 101) como *Thelypteridi-Betuletum pubescentis* Rivas-Martínez 1968. Esta comunidad la hemos inventariado en la umbría del Estany Llebreta entre las cotas de 1.700 y 1.800 m.

Finalmente dentro del piso subalpino es necesario comentar las comunidades de cervunal, desarrolladas sobre suelos profundos con una buena cobertura de nieve durante el período invernal e hidromorfia estival. Son las típicas comunidades incluidas en la alianza *Nardion* Br.- Bl. 1926, que se asientan en fondos de valle o vaguadas, con innivación muy prolongada, secándose bastante durante el verano. Son las praderas encargadas de mantener en este piso las vacadas y manadas de caballos. Se reconocen con facilidad por la presencia *Trifolium alpinum* L. y *Nardus stricta* L. En la Plá de la Sallent, a 1.840 m.s.n.m., hemos levantado el siguiente inventario:

**Area:** 10 m<sup>2</sup>, **Cobertura** 90%, **Inclinación** 2%, **Exp. SE.** *Luzula spicata* (L.) DC. 2.2, *Nardus stricta* L. 3.4, *Festuca rubra* L. 2.2, *Polygonum viviparum* L. 2.2, *Poa alpina* L. 1.1, *Gentiana acaulis* L. 1.1, *Potentilla erecta* (L.) Rauschel 2.2, *Hieracium pilosella* L. 2.2, *Arnica montana* L. 1.1, *Daphne cneorum* L. 1.1, *Trifolium alpinum* L. 2.3, *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó (*Orchis maculata* L.), 1,1, *Meum athamanticum* Jacq. 1.1, *Jasione laevis* Lam. 1.1, *Alchemilla xanthochlora* Rothm. (*A. vulgaris* auct.) 1.1, *Galium verum* L. 1.1, *Thymus serpyllum* L. 1.2, *Leontodon autumnalis* L. 1.2, *Thesium pyrenaicum* Pourret 1.1, *Polygala vulgaris* L. 1.1, *Ajuga pyramidalis* L. 1.1, *Selinum pyrenaicum* (L.) Gouan L. 1.1, *Vaccinium myrtillus* L. 1.2, *Calluna vulgaris* (L.) Hull 1.2

Estos pastizales de diente, que soportan la mayor parte de la cabaña ganadera de estos valles, se encuentran en todas las depresiones desde los 1.700 m.s.n.m., tanto en el valle de Bohí como en el de San Nicolás. Entendemos que el inventario arriba indicado puede corresponder a la asociación *Selino-Nardetum* Br.- Bl. 1948.

### Vegetación del piso montano

El balneario de Caldes de Bohí se encuentra rodeado por una frondosa

vegetación formada por pinares, hayedos y fresnedas o sus etapas seriales: avellanares y praderas de siega; dichas formaciones constituyen el tapiz vegetal que circunda a las edificaciones que forman este complejo hotelero, encargado de recuperar a los enfermos y relajar a sus acompañantes.

Esta zona superior del Valle así como el de San Nicolás hasta las proximidades del Estany Llebre, se encuentran situados en los subpisos alti y mesomontano. En las solanas se observa una mayor continentalidad como consecuencia de una mayor insolación y una carencia de nieve por deshielo, pero a la vez soporta unos contrastes de temperatura mayores; ello lleva consigo la instalación de pinares albares y una regresión de los hayedos, que quedan refugiados en los barrancos.

A la entrada del valle de San Nicolás se presentan bien desarrollados los pinares pertenecientes a la asociación *Veronico-Pinetum sylvestris* Rivas-Martínez 1968, que representan la cabeza de la serie altimontana pirenaica silicícola del pino albar (*Pinus sylvestris* L.). *Veronico-Pinetum sylvestris* sismetum. Se caracteriza por ser un pinar bastante denso, asentado en laderas pronunciadas sobre suelos poco profundos del tipo de ranker tangel o incluso del tipo de tierra parda oligotrofa. Se desarrollan en cualquier exposición pero parecen preferir las solanas y crestas venteadas entre los 1.300 y 1.800 m según señala RIVAS-MARTINEZ (1987: 64). Al elevarse en altitud estos pinares dan paso, en las solana, a los pinares de pino negro *Arctostaphylo-Pinetum uncinatae*, encontrándose en las zonas de contacto numerosos híbridos entre *Pinus sylvestris* L. y *P. uncinata* Miller. En la localidad de las Gotes Negres, no lejos del pueblo de Taüll, hemos observado numerosos pies de origen híbrido. Como elementos propios de esta comunidad señalamos, además de las especies directrices, *Vaccinium myrtillus* L. *Juniperus communis* L. subsp. *nana* Syme y *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., entre otras.

En numerosas ocasiones el pinar de pino albar al destruirse los suelos por la acción del fuego, la tala o el pastoreo, es sustituido por un piornal de *Cytisus oromediterraneus* Rivas-Martínez & cols. La composición florística de estas formaciones es distinta de la comentada en el piso subalpino, y en cuanto a las especies características destacamos: *Senecio adonidifolius* Loisel, *Daphne mezereum* L. y *Cytisus scoparius* (L) Link; estos piornales altimontanos corresponden a la asociación *Senecio adonidifolii-Cytisetum oromediterranei* Rivas-Martínez (1968) em. nom. 1987 (sin. *Cytisetum purgantis pyrenaicum* Rivas-Martínez 1968).

Como ejemplo de esta comunidad presentamos el siguiente inventario levantado en la solana del Genistar próximo a Taüll:

Alt. 1.700 m., Cobertura 80%, Area 100 m<sup>2</sup>, Exp.: S; *Cytisus oromediterraneus* Rivas-Martínez & cols. 3.3, *Juniperus communis* L. subsp. *nana* Syme 2.2, *Prunus spinosa* L. 1.2, *Rosa corymbifera* Borkh (*Rosa dumetorum* Thuill.) 1.1, *Aconitum vulparia* Reichenb, subsp. *neapolitanum* (Ten.) (*A. lycoctonum* auct., non L.) 1.1., *Vincetoxicum hircundinaria* Medicus (*V. officinale* Moench) 1.1, *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. 1.1, *Digitalis purpurea* L. +2, *Festuca eskia* Ramond 1.1, *Ornithogalum pyrenaicum* L.+ , *Helleborus foeti-*

us L. 1.1, *Calluna vulgaris* (L.) Hull + 2, *Galium saxatile* L. +, *Rhamnus alpinus* L. +, que se ajusta a la asociación arriba comentada.

En la umbría del valle de San Nicolás a la altura del Ferro de S. Nicolás cuando afloran las calizas paleozoicas, el pinar de *Pinus sylvestris* L. se ve enriquecido por un número considerable de elementos basífilos que entran a formar parte del sotobosque, lo cual nos ha permitido poder reconocer sobre el terreno la cabeza de la serie altimontana pirenaica oriental calcícola del pino albar (*Pinus sylvestris*) *Polygalo calcareae-Pinetum sylvestris* S. Los suelos sobre los que se desarrolla este pinar son en general tierras pardas con moder. Son elementos diferenciales frente al *Veronico-Pinetum sylvestris* silicícola, fundamentalmente elementos del matorral como *Buxus sempervirens* L., *Amelanchier ovalis* Medicus, *Viburnum lantana* L., *Helleborus viridis* L., *Trifolium medium* L., *Coronilla emerus* L., *Hepatica nobilis* Miller, etc.

En los roquedos calizos que afloran en los claros del pinar calcícola hemos reconocido la asociación *Saxifrago-Ramondetum myconii* Br.- B1. 1934, lo cual nos sirve para reconocer el tipo de pinar circundante, aunque éste se vea en alguna ocasión invadido por algún elemento silicícola, causa que no puede extrañar si tenemos presente el lavado de los suelos en un territorio de ombroclima húmedo. Como ejemplo de lo ya comentado presentamos el siguiente inventario:

**Area 1 m<sup>2</sup>, Cobertura 70%, Exp. N. *Ramonda myconi* (L.) Reichenb. 1.2, *Erinus alpinus* L. 2.3, *Saxifraga longifolia* Lapeyr. 2.2, *Hieracium amplexicaule* L. 1.1, *Gypsophila repens* L. 1.1, *Asperula aristata* L. fil. 1.1, *Galium saxatile* L. 1.1, *Asplenium ruta-muraria* L. 1.1, *Asplenium viride* Hudson 1.1.**

La vegetación más espectacular de todo el valle de Bohí y sobre todo de aquella que rodea al balneario, es sin duda la correspondiente a los hayedos y a los avellanares de sustitución. Son bosques de gran biomasa donde la etapa madura corresponde, en nuestra opinión, a *Luzulo niveae-Fagetum*. (Susplug.) Br.- B1. 1952.

Según manifiesta RIVAS-MARTINEZ (1987) en el «Mapa de las Series de Vegetación de España», en este valle lo que dominan son los hayedos de *Scillo-Fagetum* Br.- B1. 1952, ello viene avalado por la presencia de taxones tales como: *Melica uniflora* Retz., *Phyteuma pyrenaicum* R. Schulz, *Pulmonaria affinis* Jordan, *Crataegus monogyna* Jacq. subsp. *brevispina* (G. Kunze) Franco y *Acer platanoides* L.; sin embargo, no hemos observado una serie de plantas que tienen un carácter específico al menos de la alianza *Fagion sylvaticae* (Luquet) Tx. et Diem. 1936, tales como: *Actaea spicata* L., *Galium odoratum* (L.) Scop., (*Asperula odorata* L.), *Cardamine heptaphylla* (Vill.) O.E. Schulz. También es necesario señalar que en estas formaciones se encuentran elementos reputados como de los hayedos acidófilos, tal es el caso de *Luzula nivea* (L) DC., *Luzula sylvatica* (Hudson) Gaudin e *Hieracium murorum* L. La orientación norte-sur del Valle de Bohí permite la penetración de numerosos elementos mediterráneo-montanos y no podía ser una excepción las plantas que forman la corte de los hayedos. En las solanas

del valle de Bohí sobre suelos poco profundos y pendientes muy marcadas, permiten la instalación de elementos propios de los hayedos de *Helleboro-Fagetum* O. de Bolós (1948) 1957 como es el caso *Helleborus viridis* L. subsp. *occidentalis* (Reuter) Schiffner y *Moheringia trinervia* (L.) Clairv. De todo lo anteriormente expuesto se deduce que los hayedos del valle de Bohí, debido en gran parte a su continua alteración, no tienen una posición sintaxonómica definida y lo mismo pueden estar situados dentro de la *Luzulo-Fagetum* como de la *Scillo-Fagetum* y, en ciertas solanas, entra incluso *Helleboro-Fagetum*. También hemos de comentar que en estos hayedos fundamentalmente de solana penetran elementos propios de robledal acidófilo de la serie *Lathyro montani-Querceto petraeae* sigmetum.

Finalmente, hemos de comentar aunque sólo sea someramente las fresnedas mesofíticas del piso montano pirenaico pertenecientes a la serie *Brachypodio sylvatici-Fraxineto excelsioris* S. Se trata de un bosque mixto que se desarrolla en los fondos de los valles en los que son especies dominantes *Fraxinus excelsior* L. y *Corylus avellana* L. junto con *Populus tremula* L., *Betula pendula* Roth. y *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. Cuando estos bosques mesofíticos se desmontan, ya que en muchas ocasiones son transformados en prados de diente o de siega, en los linderos se presentan elementos de *Prunetalia spinosae* R. Tx. 1952. Pero el aprovechamiento fundamental de estos suelos profundos y bien irrigados lleva consigo su transformación en prados de *Cynosurion cristati* R. Tx. 1947. Estas comunidades son abundantes en el Valle de San Nicolás por debajo del Estany Llebre. En las proximidades del pueblo de Bohí, en las vegas de la Noguera de Tor, los prados están sometidos a un estercolado continuo, que unido a la basicidad de la zona nos ha permitido reconocer comunidades de *Arrhenatherion elatioris* Br.- B1. 1925 en tránsito a *Mesobromion erecti* (Br.- B1. et Moor 1938) Oberd. 1949 y que RIVAS GODAY & RIVAS-MARTINEZ (1963: 158) definieron como variante termófila de tránsito a *Festuco-Brometea* bajo la denominación de *Bromo-Arrhenatherion*; plantas representativas son: *Salvia pratensis* L., *Onobrychis montana* DC. (*O. viciaefolia* Scop. subsp. *montana* (DC.) Gams), *Campanula glomerata* L., *Bromus erectus* Hudson, etc.

En la Fig. n.º 3, presentamos en un transecto, la vegetación del piso montano del Valle de Bohí.

## Plantas medicinales recolectadas, ordenadas por localidades.

### Sant Nicolau

*Urtica dioica* L. «Ortiga mayor»

*Arctium minus* Bernh. «Bardana»

*Digitalis lutea* L. «Dedalera de San Jeroni»

*Plantago major* L. «Llantén»

*Geum urbanum* L. «Cariofilada, hierba de San Benito»

*Tussilago farfara* L. «Tusilago, uña de caballo»

*Achillea millefolium* L. «Milenrama»  
*Geranium robertianum* L. «Hierba de San Roberto»  
*Lithospermum officinale* L. «Mijo de sol»  
*Vincetoxicum hirundinaria* Medicus (*V. officinale* Moench) «Vencetórigo»  
*Cynoglossum officinale* L. «Viniebla, llengua de perro»  
*Pinus sylvestris* L. «Pino albar»  
*Buxus sempervirens* L. «Boj»  
*Aconitum vulparia* Reichenb. subsp. *neapolitanum* (Ten.) Muñoz Garmendia  
(*A. lycoctonum* auct. hisp., non L.) «Matalobos»  
*Fragaria vesca* L. «Fresa»  
*Galium verum* L. «Cuajaleches, hierba sanjuanera»  
*Juniperus communis* L. «Enebro común»  
*Fraxinus excelsior* L. «Fresno»  
*Rubus idaeus* L. «Zarza idea»  
*Veronica officinalis* L. «Verónica»

### Aigües Tortes

*Rhododendron ferrugineum* L. «Rododendro»  
*Vaccinium myrtillus* L. «Arándanos»  
*Daphne mezereum* L. «Mezereón»  
*Betula pendula* Roth «Abedul»  
*Veratrum album* L. «Eleboro blanco, vedegambre»  
*Taraxacum gr. officinale* Weber «Diente de león»

### Estany Llebreta — St. Nicolau —

*Angelica archangelica* L. «Angélica»  
*Galium odoratum* (L.) Scop. (*Asperula odorata* L.)  
*Primula veris* L. (*P. officinalis* (L.) Hill) «Primavera»  
*Carum carvi* L. «Alcaravea»

### Tahull

*Prunus spinosa* L. «Endrino»

### Embalse de Cavallers

*Thymus serpyllum* L. «Serpól»  
*Trifolium alpinum* L. «Regaliz de los Pirineos»  
*Antennaria dioica* (L.) Gaertner «Pie de gato»

### Bosc del Cantó

*Arctostaphylos uva—ursi* (L.) Sprengel «Gayuba, uva de oso»  
*Ilex aquifolium* L. «Acebo»

**Bosc del Cantó — Balneario***Rubus caesius* L. «Zarzamacho»*Actaea spicata* L. «Hierba de San Cristóbal»**La Farga — Boí***Prunus avium* L. «Cerezo»*Solanum dulcamara* L. «Dulcamara»*Rubus ulmifolius* Schott «Zarza»*Polygonum bistorta* L. «Bistorta»*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. (*Spiraea ulmaria* L.) «Reina de los prados»**Sobre Caldes de Boí***Crataegus monogyna* Jacq. «Majuelo»*Valeriana officinalis* L. «Valeriana»*Helleborus foetidus* L. «Eleboro negro»**Plá de la Sallent***Arnica montana* L. «Arnica»**BIBLIOGRAFIA**

FOLCH i GUILLEN, R. (1981). *La vegetació dels Països Catalans*. Inst. Catalana D'Historia Natural. Edit. Ketres. Barcelona.

FONT QUER, P. (1943). Flórlula de los valles de Bohí. *Ilerda* 9: 7—94

RIVAS GODAY, S., & S. RIVAS-MARTINEZ (1963). *Estudio y clasificación de los pastizales españoles*. Minist. Agric. Madrid.

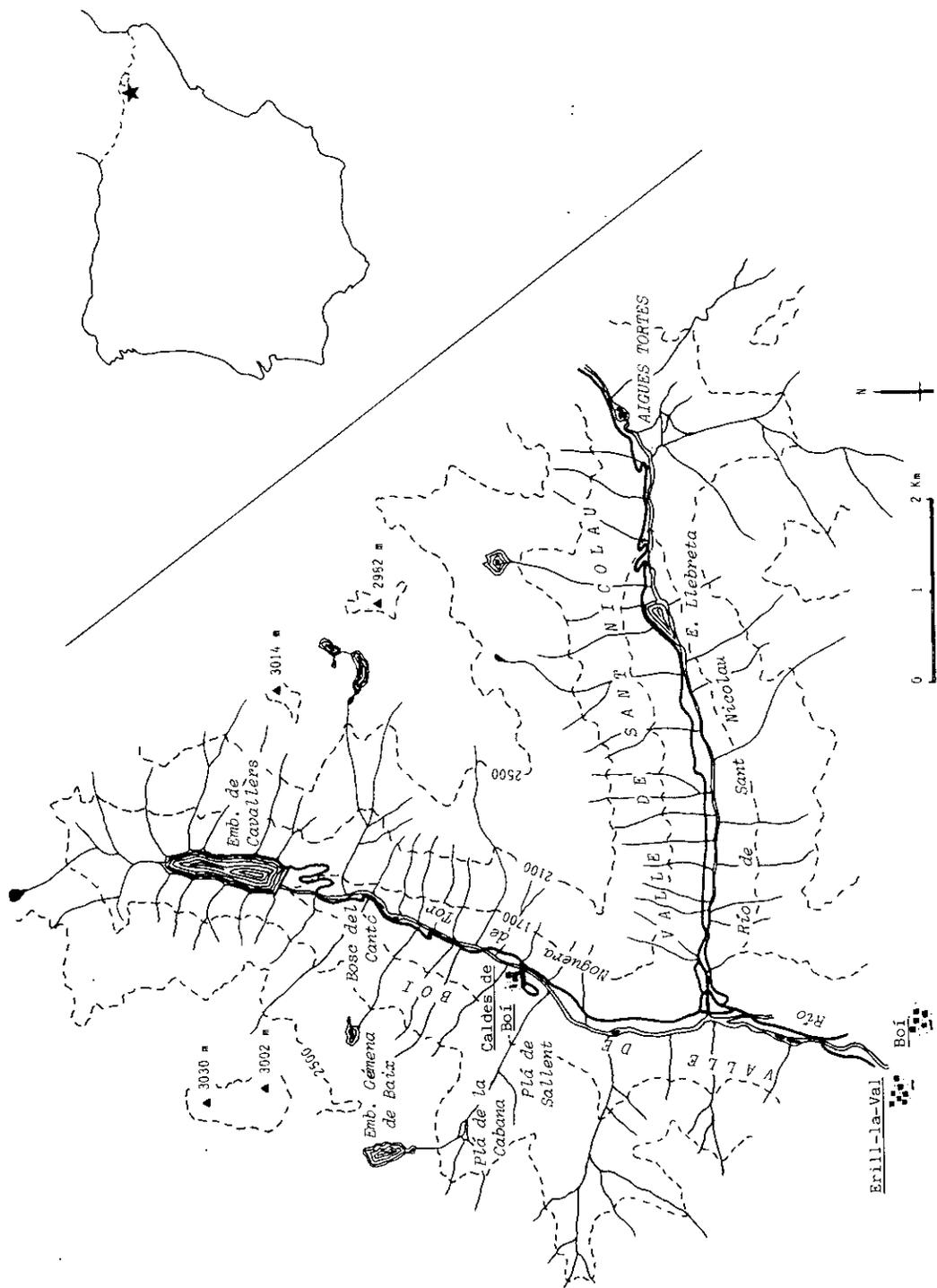
RIVAS-MARTINEZ, S. (1968). Estudio fitosociológico de los bosques y matorrales pirenaicos del piso subalpino. *Publ. Inst. Biol. Aplicada* 44: 5—44.

RIVAS-MARTINEZ, S (1968). Contribución al estudio geobotánico de los bosques araneses (Pirineo ilerdense) *Publ. Inst. Biol. Aplic.* 45: 81—105. Barcelona

RIVAS-MARTINEZ, S. (1974). Los pastizales del *Festucion supinae* y *Festucion eskiae* (*Juncetea trifidi*) en el Pirineo Central. *Collectanea Botanica* 9(1): 5—23. Barcelona

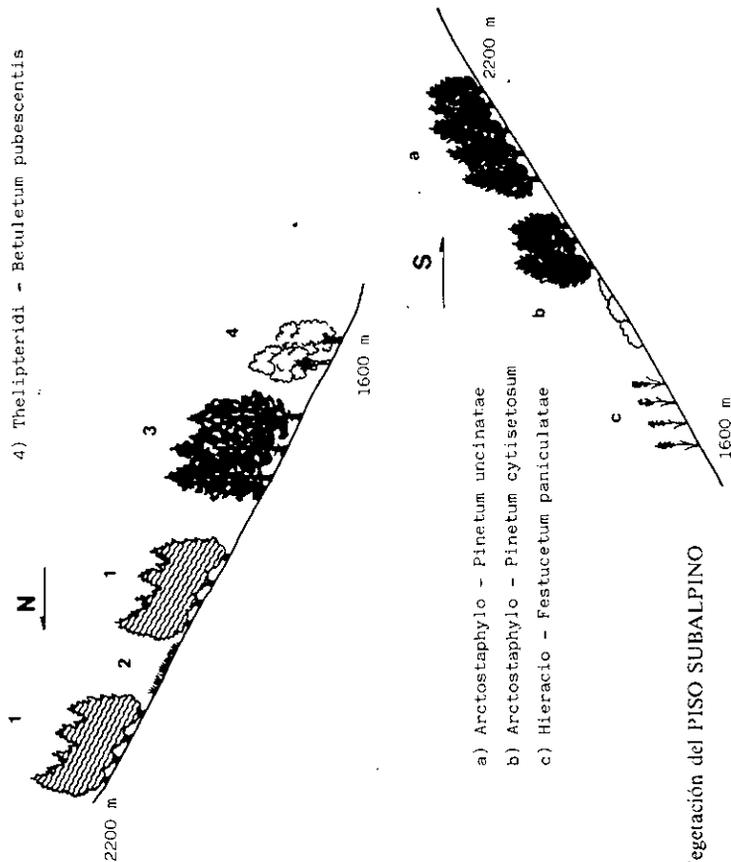
RIVAS-MARTINEZ, S. (1987). *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*. I.C.O.N.A. Madrid.

VILA BLANCH, R. (1985). *Montardo. Vall de Boí. Guía Cartográfica. E. 1: 25.000*. 32 págs. Ed. Alpina. Granollers.



MAPA DEL TERRITORIO ESTUDIADO

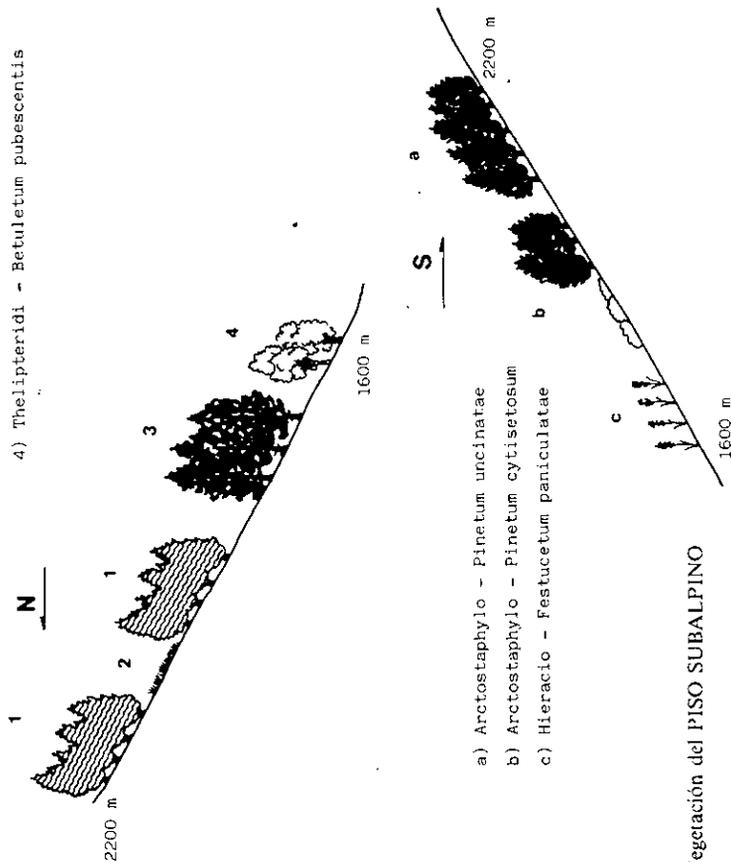
- 1) Rhododendro - Pinetum uncinatae
- 2) Campanulo - Festucetum eskiae
- 3) Homogyno - Abietetum albae
- 4) Thelipteridi - Betuletum pubescentis



- 1) Hieracio - Festucetum supinae
- 1') Seslerio - Caricetum curvulae
- 2) Trifolio - Alopecuretum gerardi
- 3) Cryptogrammo - Dryopteridetum
- 4) Campanulo - Festucetum eskiae

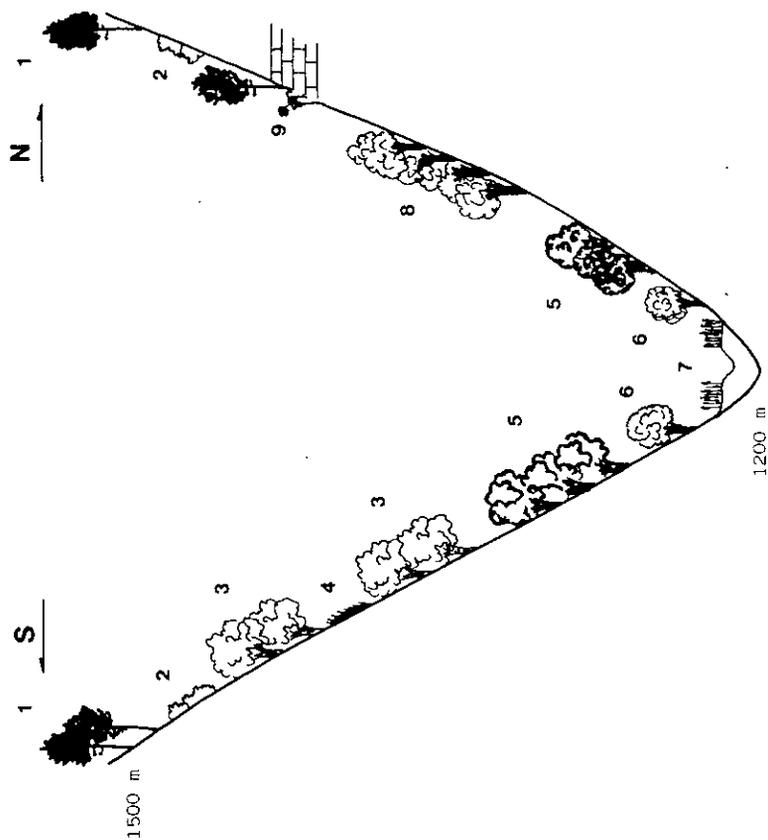
Fig. 1: Vegetación del PISO ALPINO

- 1) Rhododendro - Pinetum uncinatae
- 2) Campanulo - Festucetum eskiae
- 3) Homogyno - Abietetum albae
- 4) Thelipteridi - Betuletum pubescentis



- a) Arctostaphylo - Pinetum uncinatae
- b) Arctostaphylo - Pinetum cytisetosum
- c) Hieracio - Festucetum paniculatae

Fig. 2: Vegetación del PISO SUBALPINO



- 1) Veronico - Pinetum sylvestris
- 2) Senecio - Cytisetum oromediterranei
- 3) Scillo - Fagetum
- 4) Cynosurion
- 5) Helleboro - Fagetum
- 6) Brachypodio - Fraxinetum
- 7) Bromo - Arrhenatheretum
- 8) Luzulo - Fagetum
- 9) Saxifrago - Ramondetum myconi

Fig. 3: Vegetación del PISO MONTANO