



INSTITUTO DE ESPAÑA

**REAL ACADEMIA NACIONAL DE
FARMACIA**



**MONOGRAFÍA XVIII
BALNEARIO DE FITERO
1991**

MONOGRAFÍAS DE AGUAS MINERO MEDICINALES

©Real Academia Nacional de Farmacia.

Todos los derechos reservados.

<http://www.raf.es>

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL BALNEARIO DE FITERO (NAVARRA)

JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA
*Real Academia de Farmacia. C. de la Farmacia, 11.
E28004 Madrid.*

1.- GEOGRAFIA.

1 - A Situación.

Los dos manantiales de Fitero, tienen como coordenadas geográficas, aproximadas; el Viejo $1^{\circ} 46' 55''$ E $42^{\circ} 03' 38''$ N y el Nuevo $1^{\circ} 46' 59''$ E $42^{\circ} 03' 41''$ N con una altitud media de unos 480 m sobre el nivel del mar. Su geografía está representada en la hoja nº 281 a escala 1/50.000 del mapa nacional denominada Cervera del Río Alhama (5). De las hojas geológicas a esta escala no se publicó la de la serie primera y la segunda fue publicada en 1982. A escala 1/200.000 están ambos manantiales representados en la nº 21 de la serie denominada de síntesis geológica, identificada como Logroño publicada en 1971 (4). Dentro de la provincia de Navarra, los manantiales están cerca del límite con la Provincia de la Rioja, donde cruza el Río Alhama.

1 - B Accesos

Por carretera desde Madrid, se puede seguir la Nacional radial II denominada de Barcelona, hasta Medinaceli. En este punto se sigue hacia el N por la Nacional 111 hasta Soria, desde donde se continúa hacia el NE por la N 122 y pasado Agreda hacia el N por la N.101, en Valverde la regional 123 primero hacia el O hasta Cervera y después al N hasta los Baños. Igualmente se pueden seguir antes de llegar a Agreda, varias carreteras regionales hacia el N según su estado de conservación.

Por ferrocarril, debe tomarse la línea Madrid-Zaragoza-Barcelona, y descender según las paradas del tren, en cualquier estación cercana a

Cintruenigo, o Cascante y desde estas, continuar por carretera, perfectamente señalizada.

1 - C Orografía e hidrografía.

El grupo de manantiales de los Baños de Fitero, están situados al norte de la margen del Río Alhama, justo al este de la desembocadura del Río Linares, con lo que entre el Linares y los primeros kilómetros del Alhama, desde su aportación, se tiene un recorrido en dirección O-E de unos cincuenta kilómetros. Los 8 km anteriores del Río Alhama son de dirección sensible S-N. Las montañas donde encajan ambos ríos pueden considerarse, como extremo noroccidental del Sistema Ibérico, al borde oriental de la Sierra de Cameros, inmediata a la Depresión del Ebro.

En la alineación del norte del río, entre las principales cotas, figuran La Rate con 628 m, el Alto del Baño con 574 m y las Nevillas con 646 m. En las alineaciones situadas al sur, destacan Las Paradas con 648 m, Albotea con 614 y Peña Roya con 632. De su observación nos parece nos encontramos en una zona tectonizada con dirección E-O.

2.- HISTORIA.

2 - A Historia de Fitero.

El emperador Alfonso VII de Castilla (1126-1157) donó al monasterio movido por la fama de Durango, Santo Abad de la Orden del Cister, la falda de Yergar, y también (1140. octubre. 25) una villa desierta, llamada Niencevas, con todas las heredades y derechos que le podían pertenecer. Este monasterio pasó pocos años después a su actual ubicación, donde existía un fuerte castillo en cuyas inmediaciones había unas casas que formaban el primitivo pueblo de Fitero. Se conservan varios documentos, donde se menciona Fitero, referentes a circunstancias relacionadas con los Reyes de Navarra, Aragón y Castilla. Esto dio motivo a continuas luchas sobre el señorío de Fitero y Tudejen. El castillo de

Tudejen, fue señalado (1146) como punto de reunión para tratar de los esponsales de Urraca con el Rey García Ramírez el Restaurador (1134-1150). Nuevamente fue lugar de entrevista (1151-enero. 27) con Ramón Berenguer, Conde de Barcelona, en la que también asistió Sancho el Deseado hijo del Emperador, para la firma del trato de repartición del reino de Navarra, que no se cumplió. Desierto el monasterio de Fitero a consecuencia de la famosa defensa de Calatrava, el superior de la orden mandó nuevos monjes posesionados por Sancho II de Navarra (1150-1194), como señor del monasterio.

Recordamos que en 1196, se reunieron en la Mesa del Rey, Sancho VIII, el fuerte de Navarra, Alonso de Castilla, Alonso de Aragón, sentado cada uno en su reino, sorprendiendo que en 1207, en otra reunión el rey de Castilla donó al de Navarra las villas y castillo de Tudejen y Niencevas. Sucedieron varios incidentes posteriores entre Castilla y Navarra sobre los derechos sobre ambas localidades entre ellos hasta el acuerdo para evitar estas luchas continuas. En 1373, Enrique II de Castilla (1369-1379) y Carlos II de Navarra (1349-1387), sometieron sus disputas territoriales al cardenal Guido, arzobispo de Bolonia, el cual falló (1374) en favor de Navarra. Dando en apariencia zanjadas las discrepancias territoriales de Navarra.

En Fitero se conservan como único monumento digno de mención el real monasterio, restaurado en parte, constituido por una agrupación de edificaciones de diversas épocas y edades, bajo cuya tutela y señorío creció Fitero durante la edad media, con un período de construcción de 1140 a 1247, y varias restauraciones y ampliaciones posteriores.

2 - B Historia de las termas.

2 - B 1 ANTECEDENTES

La totalidad de las termas de esta zona de España, fueron explotadas por los romanos, como pudimos comprobar personalmente, al

programar unas obras en el Balneario de Panticosa, que condujeron al descubrimiento de un brocal cuadrangular romano y una moneda en la caldera del pozo (1951) era un as de bronce zaragozano con una representación en el anverso de la cabeza laureada de Cesar Augusto y en el reverso una yunta de ternero y novilla regida por un sacerdote, clasificada por A. R. Beltrán como fechada entre los 8 últimos años antes de Jesucristo y el primero después de J.C.

Era costumbre en aquella época hacer ofrendas a los dioses con monedas o medallas, en circulación. En las excavaciones efectuadas en las termas de Tudegen por Lletget, encontró los restos de un edificio rectangular datado como romano, ánforas, barros saguntinos, vasos lacrimatorios, un cestillo y medallas romanas de ellas dos del municipio de Cascante y otra del de Tarazona. Estos hallazgos inducen a pensar en la explotación de las termas en la época del Emperador Augusto o anteriores, o sea unos 225 años anteriores a la era cristiana. Los baños pasaron a poder de los árabes y al morir Alfonso I el Batallador (1073-1134), a la iglesia de Santiago de Compostela, legado no respetado por Alfonso VII (1106-1157). Los dos documentos más remotos sobre los baños de Tudején, fueron expedidos por este monarca. Uno (1146-octubre-15) se refiere a la donación con su mujer Dña Berenguela, de los baños de Tudején a la Iglesia de Santa María de Niencebas y a su abad Raimundo. El segundo es una confirmación del anterior (1157-abril-15) por Sancho III (1134-1158) y en (1168-agosto-10) por Alfonso VIII (1155-1214). Con la desaparición de la Villa y Castillo de Tudején, los baños pasan a denominarse Pozos de San Valentín, patrono de la desaparecida iglesia parroquial, y asolados (1507) por vecinos de Alfaro.

Por una curación (1598-julio-28) sensacional para aquella época, se hace pública la modestia de la casa de baños, lo reducido del número de pacientes, eran ocho. Durante la estancia al frente de la estación termal, del bañero fiterano Pedro Navarro y su esposa Ana de San Juan, tuvieron la caridad de adoptar (1600) a un pobre niño Juan de Palafox y Mendoza, fallecido en Osma (1659).

Nuevas mejoras costeadas por el Monasterio de Fitero (1625), permitieron comenzar la explotación mineromedicinal por el sistema de arriendos trienales, iniciados en 1626.

El primer arrendatario (1626) fue Juan de la Peña por 150 ducados anuales. Comenzó la representación en la cartografía del Reino de Navarra durante el siglo XVIII.

2 - B 2 BAÑOS PRIMITIVOS

Durante el XVIII se edificó e inauguró (1768-abril-24) un nuevo establecimiento balneario, con la siguiente inscripción en su frontis "Esta agua todo lo cura, menos gálico y locura". El mismo año de la inauguración, publicó el médico de la villa de Fitero Antonio Ramírez "Examen químico-médico de los principios y virtudes de las aguas termales y baños de Fitero". Con la construcción de este balneario, el precio del arriendo trienal, comenzó a subir en las subastas siguientes. Al final del XVIII se inicia un abandono en la conservación de los baños por parte del Monasterio, seguido de la guerra de la Independencia (1808-1814), así como la expulsión de los monjes del Monasterio por José Bonaparte en octubre de 1809. Recobrada la propiedad del Balneario por los monjes (1814-julio) y después de unas obras de acondicionamiento, se reanudaron los arriendos trienales, salvo el último (1819) a Benito Ixea por cinco años. Con la expulsión de las órdenes religiosas (1820-octubre-1) por el político gaditano Juan Alvarez Méndez (1790-1853), la comunidad abandonó el convento (1821-febrero-22), pasando la administración del balneario al Ayuntamiento de Fitero.

Recuperada la administración del Balneario por los monjes, introdujeron algunas mejoras, como el estanque de refrigeración, bañeras, etc. Por el decreto de amortización de Mendizabal (1835-octubre-11) la comunidad lo abandona definitivamente (1835-diciembre-21). Había adquirido los baños (1823) en subasta celebrada en Tudela, Juan José de Aréjula por un millón y medio de reales, fueron recuperados por los

monjes (1823-agosto) y ahora su antiguo titular por R.D. (1837-enero-25). Fallecido el propietario del establecimiento, pasó a sus herederas Juana María Orozco de Utáriz y la Marquesa de Vezmeliana. Las nuevas propietarias ampliaron el edificio y mejoraron los baños.

Las continuas mejoras introducidas en el establecimiento, permitieron calificarlo como de bastante satisfactorio. Con motivo de la visita de Francisco de Asís de Borbón (1822-1902) al Balneario Viejo o Primitivo (1864) invirtió la Diputación Foral de Navarra 40.000 reales, para la mejora del establecimiento. Esta visita fue una valiosa propaganda del establecimiento, seguida con un incremento de pacientes, deseosos de experimentar la bondad de sus aguas. Los propietarios ampliaron el estanque de enfriamiento y emprendieron otras mejoras (1868-1871), que permitieron la concurrencia de mayor número de enfermos. Consecuencia de las cateaduras iniciadas en 1846, fue el descubrimiento de otro importante y caudaloso manantial termal, puesto en explotación inmediatamente. Esto dio lugar a una comparación desfavorable para el Primitivo. Las propietarias invertían lo menos posible en su conservación, la clientela disminuía en el Viejo, mientras aumentaba en el nuevo finalizando este proceso decadente con la adquisición (1909) del establecimiento y todos sus bienes por la "Sociedad Anónima Baños Nuevos de Fitero". Este proceso también se puede seguir en las memorias de los sucesivos directores de ambos establecimientos.

2 - B 3 BAÑOS NUEVOS

La continua observación de indicios de la existencia de un manantial termal, indujeron a una peña de amigos integrada entre otros por Manuel Estaban Abadía y Atienza, Manuel Jerónimo Octavio de Toledo y Abadía, Nicolás Octavio de Toledo y Alonso, Eduardo Alonso y Colmenares a iniciar unas labores mineras (1846) conducentes a descubrir el manantial conocido como de los Baños Nuevos, incrementándose su caudal con los trabajos de captación realizados al año siguiente (1847). Descubiertas las aguas, comenzaron los propietarios la construc-

ción del Balneario, utilizado, sin terminar, en la temporada de 1846. Para la explotación moderna del Balneario Nuevo, se constituyó la S.A. "Baños nuevos de Fitero" considerados como promotores principales María Morales de Setién Viuda de Eduardo Alonso y Colmenares, las hijas herederas de Nicolás Octavio de Toledo y Alonso y Domingo Huarte Ruperez, la cual realizó considerables mejoras en su complejo industrial. En pleno auge el Balneario Nuevo y decadencia del Viejo, la S. A. adquirió (1909) al Fiterino Francisco Villacampa la propiedad de los Baños Viejos, quedando el conjunto de la explotación de las aguas termales en una mano.

La entidad Baños de Fitero S.A. mejoró el conjunto de su propiedad promoviendo una industria mineralúrgica moderna, con el empleo en ella de más de 150 personas.

3.- ASPECTO GEOLOGICO Y MINERO.

3 - A Los Manantiales.

La temperatura media anual de Fitero es de 13° C. Para que el agua de estos manantiales pueda admitirse como termal, según el criterio internacional, tendría que alcanzar 17° C, cifra ampliamente superada por el agua de los dos manantiales en explotación.

Los caudales son aproximadamente de 1.800 litros/minuto y de 1.080 litros/minuto. No los pudimos aforar, por estar ambos balnearios en plena explotación cuando nuestra visita. La temperatura de emergencia era de 49° C. Esta temperatura es muy elevada para el uso directo del balneario nuevo.

El agua termal del nuevo, se sube a un depósito de unos 70 m³ de capacidad con descarga en tres aplicaciones; uso sanitario, tratamiento hidroterápico y eliminación por una conducción de unos 20 m sobre el terreno permeable, que por unas microgrietas, accede a la estufa. El agua

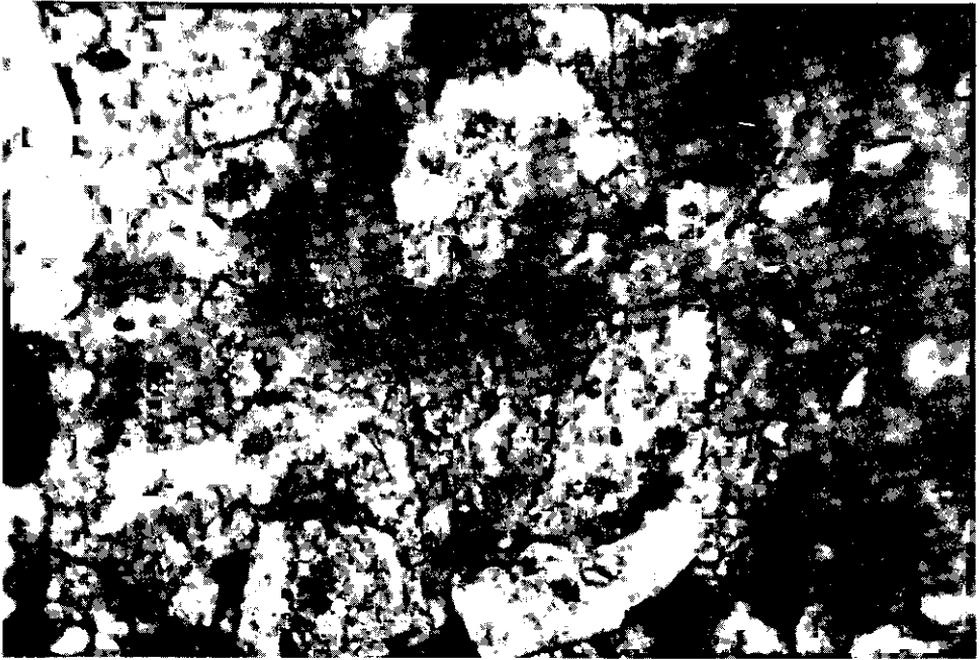
de los baños, requiere un enfriamiento, primero en una torre de refrigeración y posteriormente en el depósito de alimentación el que se llena durante la noche y a la mañana siguiente, tiene una temperatura adecuada para los tratamientos. Las aguas sobrantes se vierten al Río Alhama.

Las aguas se pasan en cada balneario por filtrado, los de ambos son análogos, con dos filtros en paralelo y una capacidad de 60 m³/l. Las aguas del baño Nuevo, tienen la particularidad de dejar en los filtros y en los intercambiadores de calor para uso de energía geotérmica, un depósito amarillento, con bandas ferruginosas. Se trata de un depósito sedimentario de yeso fibroso, con algo de calcita y de dolomita. Las impregnaciones ferruginosas por segregación le dan el aspecto de laminaciones estratigráficas, apreciables a simple vista. Su clasificación petrográfica es de "depósito sedimentario de yeso fibroso". No debe sorprender este depósito, ya que a pocos metros del Balneario Nuevo, existía una explotación de yesos, en el lugar de "El Gazapo", en el km 27 de la carretera de Fitero, explotación totalmente abandonada, pero con señales de haber tenido cuatro hornos de cocción continua de yeso. En el corte de la cantera, se aprecia una zona de "yeso sacroide" o "especular" y otras como masas de yeso con muchas inclusiones de cuarzo de hasta 0,061 mm y pequeña cantidad de moscovita. En contacto con la formación explotable de yeso, existen conglomerado de cantos muy redondeados (pudinga), con variedad de tamaños (heterogranular). Los clastos son fundamentalmente de metacuarcita. En su interior se aprecian algunos cuarzos policristalinos, con contactos de los cristales saturados. También aparece alguna mica intercrystalina. Algunos cuarzos presentan inclusiones de rutilo. El tamaño aproximado de los clastos, es del orden de 1 cm. La pasta es de pequeños cristales de cuarzo, presentando contactos concavo-convexos. Se trata de una "metacuarcita".

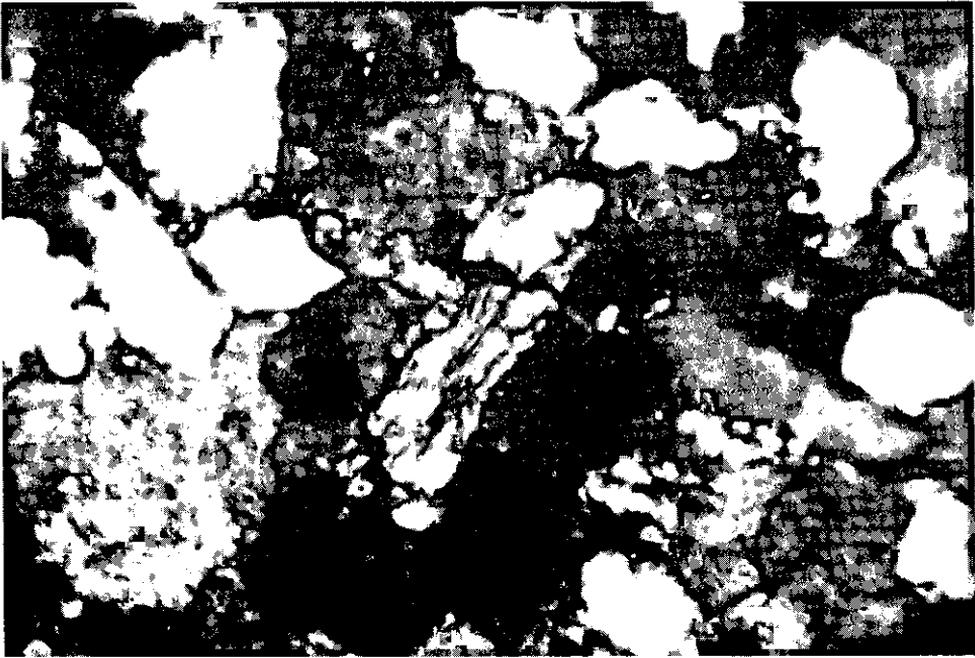
La roca donde está construido el Balneario Viejo, es carbonática con gran abundancia de cristales de cuarzo, muy angulosos y con inclusiones, donde abunda mucho la siderita y la gohetita, y algo de dolomita. El tamaño de los clastos de cuarzo es de 0,307 mm. Es muy

porosa. Puede considerarse como "Roca carbonática de siderita con zonas dolomíticas".

La roca donde está edificado el Balneario Nuevo, es sedimentaria con cemento carbonático. Los principales componentes son cuarzo,



Ilustr. 1 Roca carbonatica de siderita con zonas dolomitizadas de los Baños Viejos X10 N=



Ilustr. 2 Subarcos con cemento carbonático de los Baños Nuevos X10 NX

moscotiva, y como accesorios tridimita, microclina y algo de feldespato ortosa. Algunos cristales de cemento engloban pequeños clastos de cuarzo. El tamaño de los cuarzos es de 0,153 mm. Se trata de una "subarcos con cemento carbonático".

3 - B Perímetros de Protección y Utilidad Pública

No hemos localizado la declaración de utilidad pública, pero según el criterio posterior, tienen la consideración de utilidad pública, desde la convocatoria de plazas de médicos de baños, para el Viejo sería desde 1816 y para el nuevo desde 1875.

Según el censo de las aguas minerales de Botella, ambas figuran como clorurado sódicas de utilidad pública (1892). En la Gaceta de Madrid nº 117 de 1928-abril-26 figuran ambos como de utilidad pública servidos por médicos del Cuerpo de Baños.

No hemos podido localizar petición, ni tramitación de perímetros de protección minera, ni en el Ministerio de Industria y Energía, ni en la Jefatura Provincial de Navarra.

4.- DIRECCION MEDICA DURANTE EL SIGLO XIX.

En el "Espejo Cristalino de las aguas de España" de Limón Montero (1697) (6) encontramos los primeros comentarios sobre el efecto, dirección y tratamiento de los pacientes, referentes solo al balneario conocido como "Viejo", por no existir en aquellas épocas el denominado "Nuevo". Se refiere a las conversaciones con el médico de la Villa de Fitero Gerónimo de Ribas, quien durante cuarenta y cinco años atendió al reducido número de enfermos tratados con las aguas mineromedicinales.

Información más reciente, es la de Pedro Gómez de Bedoya y Paredes (3) en su "Historia Universal de las Fuentes Minerales de España" (1764), suministrada por el médico de Fitero Lorenzo Lexalde de donde era natural quien además de atender a los aguistas, hizo una serie de interesantes observaciones clínicas, certificadas por orden de Fernando VI para estudiar su aplicación en la curación del mal que padecía la Reina, liberándose totalmente del mal, los enfermos de dolencias análogas.

En un libro editado en Pamplona (1768) de Antonio Ramírez, médico titular de Fitero y de su Real Monasterio titulado "Examen Chimico-médico de los principios y virtudes de las Aguas Thermales y Baños de Fitero" (8), queda constancia de su actividad como médico del Balneario. En su libro figura "Tuvo su Nacimiento el Excelentísimo, Yluistrísimo y Venerable Señor Don Juan de Palafox y Mendoza" (Fitero 1600 - Osma 1659).

4 - 1 Baños Viejos

Creado el Cuerpo de Médicos de Baños, es convocada la plaza de Fitero en las primeras oposiciones (1816), según establecían las disposiciones oficiales, cada oponente debía indicar las plazas a las que deseaba acceder. A esta oposición acude Angel Sanz Muñoz, natural de Almarza (1780), quien había revalidado los estudios de medicina por el título de médico en Valencia (1809) con título expedido (1816) por la Real Junta Superior Gubernativa de Medicina. Actuó en las oposiciones en febrero de 1817. Ganó las oposiciones, teniendo el nº 27 en la relación general del Cuerpo con la adjudicación de Fitero.

Tras la satisfacción de ganar la plaza, surge una contrariedad, dado que según la ley de las Cortes de Estella (1724), incurrirá en contrafuero. En Navarra los ejercitantes de la medicina debían ser examinados por el Colegio de San Cosme y San Damian. Elevó recurso al Rey (1817-noviembre-15), alegando no haber incurrido en falta alguna por lograr una plaza según las normas de la convocatoria. No se encuentra respuesta oficial a este escrito únicamente se conoce el informe (1818-enero-15), tolerando la actuación de Sanz en beneficio de la salud pública y del Virrey diciendo era contra la legalidad y que con anterioridad estaba cubierto su puesto y el de cirujano, por el sostenido para el Monasterio y la Villa.

Vista su delicada situación administrativa, solicitó traslado en la primera ocasión (1818) pasando a Villaviciosa. Falleció el 16 de Mayo de 1837. No escribió la memoria reglamentaria de 1817.

Con la supresión de las órdenes religiosas (1820), el Balneario pasa a depender de la Villa, atendiendo los enfermos el titular de Fitero. Existe un oficio (1836-diciembre-12) del médico José Pelle Port, de remisión de una detallada memoria de la temporada de 1836, donde añade que a pesar de su condición de Médico Director no percibe soldada alguna. En una comunicación (1840-noviembre-30) el Alcalde Constitucional de

Calatayud, informa que aunque está fuera de su jurisdicción, la asistencia médica del Balneario está abandonada dado que José Pelle Port, director interino de los baños, lleva tres temporadas (1838,1839,1840) sin presentarse por los baños.

El segundo director oficial fue Cirilo Castro Laplan, a quien le adjudicaron en propiedad la plaza de Fitero por R. O. (1841-marzo-26) como reconocimiento de los riesgos sufridos por la causa liberal durante los que fue saqueada su casa. Con esta disposición ocupó el nº 51 de la relación general de médicos de baños. Su nombramiento desagradó a sus compañeros de cuerpo.

De las memorias reglamentarias publicó seis en el Boletín Médico de Cirugía y de Farmacia: Año 1844. Serie 2ª, Tº V, nº 184; Año 1845. Serie 1ª, Tº VI, nº 233; año 1846. Serie 3ª, Tº 1º, nº 24; Año 1847. Serie 3ª Tº II, nº 76; Año 1849. Serie 3ª, Tº IV, nº 186; Año 1851-2ª época, Tº 1º, nº 23. Además redactó (1844) una memoria para el capítulo del Madoz de aguas y dos memorias reglamentarias firmadas en Madrid, la de 1845 de 20 páginas el 16 de diciembre y la modesta de 4 páginas de 1848, el 12 de diciembre. Falleció en Fitero (1850-agosto-5) en plena temporada de aguas.

El tercer titular del Cuerpo fue Tomás Antolín Cirilo Lletget y Caylá. Nacido en Reus (1825-julio-9), después de las primeras enseñanzas estudió latín, retórica y matemáticas en Reus (1837) y lógica en Tarragona (1839). Los estudios sucesivos los siguió en Barcelona y fueron latín, física y aritmética. Alcanza el grado de Bachiller en Filosofía (1841-abril-6) y el de Medicina (1846-septiembre-16) y la Licenciatura en esta disciplina (1847-julio-4).

En las oposiciones de 1850, logra el ingreso en el Cuerpo, donde figura con el nº 79. El primer puesto lo obtuvo Vicente Lucas Ferrer, por

ello a Lletget le adjudicaron Tiermas (B. O. 1851-enero-31). Por R. O. (B.O. 1857-julio-13) le adjudican Fitero en propiedad, donde permaneció hasta su traslado a Caldas de Montbuy (R. O. 1874-agosto-11).

Las memorias anuales de este médico de baños, son en general interesantes. La primera corresponde a la temporada de 1860, de 4 páginas, firmada en Reus como las cuatro siguientes (1860-noviembre-16), donde destaca el enorme abandono de los baños. La de 1861, es de 18 páginas, firmada antes de comenzar la temporada (marzo-31) y destaca las aplicaciones para tratar el reumatismo. La firmada también en Reus (1863-diciembre-14) continua refiriéndose a las aplicaciones del reumatismo. La modesta de cinco páginas (1865-noviembre-24) y la de 3 páginas (1866-septiembre-20), son las de menor interés de su serie. A estas memorias siguió una sumamente interesante firmada en Fitero en 1868, publicada en Barcelona en 1870 (7) con el título de "Monografía de los baños y aguas termales de Fitero", (1869-septiembre-30) una de 25 páginas y las tres siguientes en Reus; una de 18 páginas (1871-diciembre-4), otra de 10 páginas (1872-noviembre-14) y otra de 12 páginas (1873-diciembre-2), última de las que hemos encontrado dado que la temporada siguiente fue director de Caldas de Montbuy (R.O. 1874-agosto-11).

Del período de la dirección de Lletget hay una memoria del año 1867 de la que es autor Pedro Nicasio Medrano, es de sólo 2 páginas y está firmada en Tudela (1868-abril-27) debe corresponder a una sustitución.

La publicación editada en Barcelona, pone de manifiesto la cultura y competencia de Lletget así como su interés por las investigaciones arqueológicas. Fue la primera obra sobre el balneario de su dirección. Consiguió elevar considerablemente el nivel del balneario a pesar de la competencia de los Baños Nuevos, que ya habían iniciado sus actividades.

El cuarto Director del Cuerpo fue José María Hernández Sanz, nº 110 de la relación general del Cuerpo. Nacido en Arévalo (1820-noviembre-21), estudió la carrera en Valladolid y Madrid, licenciándose en Medicina (1842-noviembre-30), donde también colacionó el grado de Doctor (1845-febrero-1). Fue designado director de Fitero por R.O. (1876-mayo-13) donde sólo actuó una temporada, por pasar por concurso (1876-mayo-13) al balneario de Alzola.

Presentó un trabajo sobre Fitero, premiado con medalla de bronce a la Exposición Nacional de Minería (1883). Su única memoria, corresponde al año 1876, consta de 45 páginas y está firmada en Madrid (1876-diciembre-20). En ella hace una crítica de las instalaciones del Balneario Viejo y una dura comparación con el Nuevo.

El quinto director en propiedad del Cuerpo fue Ciriaco Ruiz Jiménez, nº 182 del Cuerpo. Nacido en Logroño (1821-abril) finalizó los estudios de Licenciado en Medicina y Cirugía en Madrid (1850-agosto-21) donde también colacionó el grado de Doctor (1870). Ingresó en el Cuerpo por designación en concurso libre de 1876, nombrándole Director de Fitero por R.O. (1877-marzo-3). Destacó en su actuación cuando las epidemias de cólera de Logroño (1854) y de Madrid (1865). Tenía la categoría administrativa de Jefe Superior de Administración Civil. Sólo actuó en la temporada de 1877, escribiendo una documentada memoria de 26 páginas. Falleció en Madrid (1879-octubre-28).

Ocupó la Dirección con carácter interino Antonio de Diego y Nieto, autor de dos memorias firmadas en Madrid, la primera de 11 páginas (1878-diciembre-31) y la segunda de 50 (1879-Diciembre).

El sexto director propietario fue Gregorio de Zaldua y García, nº 113 de la relación general del Cuerpo. Nacido en Avilés (1819-junio-21),

estudió medicina en Madrid donde se doctoró (1884-junio-11). Fue encargado de los baños de Peralta por R.O. (1876-mayo-13), de donde pasó a Carballino y posteriormente a Fitero (R.O.- 1880 - mayo-13). Sirvió en comisión en Lugo de 11 de noviembre de 1876 a 26 de enero de 1877. Falleció el 25 de septiembre de 1881. Sólo estuvo en Fitero dos temporadas, la de 1889 cuya memoria firmó en Fitero (1880-septiembre-30) y la de 1881.

El séptimo director en propiedad fue Telesforo Luis López Fernández, nº 123 de la Relación General del Cuerpo. Nacido en Belmonte (1832-enero-5), realizó sus estudios en Madrid y Sevilla. Tenía los grados de Bachiller en Medicina y Cirugía (1855-abril-17). Licenciado en Medicina y Cirugía (1856-Julio-6) y Doctor en Medicina y Cirugía (1874-febrero-5). Opositó en la convocatoria de 1874, actuando durante los meses de enero y febrero de 1875, alcanzando el nº 10. Por concurso (1882-febrero-27) pasó a Fitero procedente de Caldas de Estrach y Titus. Al año siguiente (1883) permutó por Santa Agueda. De espíritu inquieto, durante su vida profesional sirvió en varios balnearios, entre ellos Alzola, a donde pasó en propiedad (1884-febrero-29).

Entre sus varias actividades figuran: Médico de la Real Armada (1858-febrero-16). Catedrático de Física y Química de Ciencias (1864-diciembre-1) y de Historia Natural en Lorca (1866-marzo-3). Tuvo una actuación destacada en la Villa de Las Mesas con motivo de las epidemias de cólera (1855) y de viruela (1860). De la única temporada de Fitero escribió una interesante memoria, firmada en Belmonte (1882-diciembre-20) de 54 páginas.

Fue el octavo titular, nº 104 de la relación general Mariano Carlos Lucientes y Poyo, natural de Zaragoza (1825-octubre-17). Cursó en Zaragoza Filosofía y los tres primeros cursos de Medicina (1838-1844). Terminó en Valencia (1851-1854) los siguientes grados: Bachiller en

Filosofía (1854-mayo-22) Bachiller en Medicina y Cirugía (1854-mayo-30), Licenciado en Medicina y Cirugía (1855-julio-1).

El ingreso en el Cuerpo, fue por nombramiento directo (R.O. 1867-junio-13) como Director de Loeches. Desde Santa Agueda permutó por Fitero (1883-abril-27) Falleció en Madrid (1895-abril-18). Durante la ocupación recorrió varios balnearios por su carácter carlista. No hemos encontrado referencias de sus memorias reglamentarias.

El noveno titular fue Desiderio Marino Varela y Puga, nº 124 del Cuerpo. Nació en San Juan de Carballo (1837-septiembre-7). Obtuvo con sobresaliente la licenciatura en Medicina y Cirugía en Santiago (1859-abril-23). Se presentó a las oposiciones de 1874, actuando en diciembre de 1874 y enero de 1875, ganando el nº 11. Por R.O. (1876-junio-6) fue nombrado director de Caldelas de Tuy, pasó de Fuencaliente a Fitero Viejo (1884-febrero-22) permutando por Carballo la temporada 1885, designándolo en propiedad (1886-febrero-25) para la temporada siguiente. De su única temporada es una memoria de 10 páginas firmada en La Coruña (1884-diciembre-20).

El décimo titular en propiedad fue Francisco Juan Rafael Ortiz y Rivas, nº 136 de la relación general. Nacido en Madrid (1851-24-octubre), estudió en la capital, alcanzando el grado de Bachiller en Artes (1867-junio-26), Licenciado en Medicina y Cirugía (1873-abril-25) y Doctor en Medicina y Cirugía (1874-febrero-23). Durante la carrera ganó 7 premios y 3 accésits. Participó en las oposiciones de 1874, actuando en febrero de 1875 y obtuvo el nº 22 por R. O. (1876-junio-6) fue destinado a Caldas de Bóhi. Permutó Carballo por Fitero Viejo (1885-abril-1), pasando en propiedad a Caldas de Estrach y Titus (1890-febrero-25). No hemos localizado la memoria de 1885.

El décimo primer director fue Enrique Antonio Sanchis y Fabra, nº 145 del Cuerpo. Nació en Catarroja (1843-junio-14). Estudió en Valencia y Madrid. Obtuvo la Licenciatura en Medicina y Cirugía en Madrid (1867-junio-23) con la calificación de sobresaliente y el doctorado (1867-junio-23) con idéntica calificación. Participó en las oposiciones de 1874, actuando el 23 de diciembre de 1874 y el 10 y 27 de enero de 1875. Fue destinado por R.O. (1876-junio-6) a Fuensanta de Gayangos. Pasó de Caldas de Estrach y Titus a Fitero Viejo (1886-febrero-25) y en la temporada siguiente permutó por Villavieja de Nules (1886-marzo-13). No existe memoria suya de 1886 por no haber actuado durante esa temporada.

El décimo segundo titular fue Juan Inocente Escudero y González, nº 163 del Cuerpo. Natural de Cervera de Río Alhama (1825-diciembre-27), se licenció en Medicina y Cirugía en Madrid (1850-junio). Por designación directa le adjudicaron la dirección de villavieja (R.O. 1877-enero -25). Permutó por Fitero Nuevo (R.O. 1877-octubre-23) donde permaneció hasta 1878 (agosto-30), permutando por Fitero Viejo (1886-marzo-13). Tuvo una actuación destacada con motivo de la epidemia de cólera en Cervera del Río Alhama (1859). En la exposición de Minería (1883) le concedieron una medalla de bronce por su trabajo sobre las aguas del Río Alhama.

Sus siete memorias están firmadas en Zaragoza en diciembre: la de 1886 con 80 páginas el 30, la de 1887 con 55 páginas el 31, la de 1888 con 57 páginas el 30, la de 1889 con 64 páginas el 30, la de 1890 con 83 páginas el 30, la de 1891 con 49 páginas el 30 y las de 1892 con 59 páginas el 31.

4 - B Baños Nuevos

La primera memoria anual de los Baños Nuevos, es de Cirilo Castro, tiene dos hojas y fue firmada en Madrid (1848-diciembre-12), fecha en que desempeña simultáneamente la dirección con la de los Baños Viejos, así como durante los años sucesivos.

Aparece como Director interino durante la temporada de 1860 José Asenjo Cáceres, médico titular de Potes, autor de las memorias siguientes, todas firmadas en Potes. 1860 de 12 páginas el 10 de diciembre; 1861 de 16 páginas el 16 de diciembre; 1862 de 17 páginas el 15 de diciembre; 1863 de 7 páginas el 18 de diciembre; 1864 de 11 páginas, firmada el 15 de enero de 1865 y 1865 de 17 páginas firmada el 18 de diciembre.

Sucedió a éste, con carácter interino José María Zavala, autor de la memoria del año 1866 de 16 páginas, firmada en Madrid (1866-diciembre-24).

La memoria de 1868 se debe a José Asenjo de Cáceres de 25 páginas, firmada en Fitero (1868-octubre-2).

De tres memorias fue autor Eustaquio Rueda; la de 1869 de 8 páginas firmada en Soria el 15 de noviembre; la de 1870 de 10 páginas firmada en Fitero el 1 de noviembre y la de 1871 de 3 páginas, también desde Fitero el 30 de septiembre.

Fue Tomas Pardo el autor de la memoria de 1873 de 35 páginas, firmada en Madrid el 12 de diciembre.

No hemos localizado las memorias, caso de haberse redactado, de las temporadas 1874 y 1875.

El primer titular de Cuerpo fue José Genovés y Tío con el nº 129 del Cuerpo de Baños. nacido en García Torres (1824), estudió en Valencia obteniendo el grado de Bachiller en Medicina y Cirugía (1854-julio-23) y el de Licenciado (1847-mayo-19). Opositó al cuerpo en las de 1874, actuando durante los meses de enero y febrero de 1875. Fue designado director por R.O. (1876-junio-6) y permutó por Villanueva de Nules según otra R.O. (1877-octubre-23). Falleció en Almansa (1878-agosto-30) donde residía.

Elevó un escrito a S.M. (1854) contra las separaciones y nombramientos de Directores, hechos por la Junta Provincial de Gobernación por ser plazas garantizadas por una oposición, con un reglamento específico. Destacó su actuación con motivo de la epidemia de viruela de 1850 de Tebar. Fue miembro de la Real Academia de Medicina de Madrid. Autor de la memoria de 1876, de 60 páginas firmada en Almansa el 1 de noviembre y de la de 1877 con 23 páginas del 1 de diciembre.

De este año 1876 existe una publicación de Genovés titulada "Baños nuevos de Fitero en la provincia de Navarra" salida en Madrid en 1877 con 37 páginas.

El segundo titular del cuerpo fue Juan Inocente Escudero y González, nº 163 de la Relación general. Natural de Cervera del Río Alhama (1876-diciembre-12) se licenció en Medicina y Cirugía en Madrid (junio 1876). Ingreso directo en el Cuerpo de Médicos de Baños (R.O. 1876-mayo-6), tenido su primer destino en Villa Vieja, permutó a Fitero Nuevo (1877-octubre-23), donde permaneció hasta un nuevo destino al año siguiente (1878-agosto-30). La memoria de su temporada 1878, de 79 páginas, está firmada en Zaragoza el 30 de diciembre.

El tercer titular fue José de las Mercedes, Juan Evangelita Alejandro Negro y García, nacido en Madrid (1825-diciembre-28). En la Universidad Central obtuvo los grados de Licenciado en Medicina y Cirugía (1859-septiembre-29) y de Doctor (1872). Participó en las oposiciones de ingreso en el Cuerpo de 1874, actuando en diciembre de este año y en febrero de 1875. Pasó de Graena a Fitero Nuevo (O. 1878-octubre-9) falleciendo en Madrid (1884-mayor-27). Tuvo el nº 128 de la relación general.

Todas sus memorias están firmadas en Madrid, durante el mes de diciembre. La de 1879 el 20 con 123 páginas. En ella se queja del abuso de los alcaldes en la expedición de certificados de pobreza, con merma de los ingresos del establecimiento y del médico director. La de 1880 con 52 páginas es del 24; la de 1880 con 52 del 24; la de 1881 con 18 páginas del 31; la de 1882 con 46 páginas, no indica el día de la firma. La de 1883 con 25 páginas la firmó el 31.

El cuarto titular fue Andrés Calderón Martínez, nacido en Corvera (1846-marzo-31). El grado de Bachiller en Artes lo logró en Burgos (1861-diciembre-2) y el de Bachiller en Medicina y Cirugía en Valladolid (1866-septiembre-15) alcanzando el premio extraordinario en el grado de Licenciado en Medicina y Cirugía (1868-octubre-15). La colación del doctorado fue en Madrid en la Universidad Central (1871-octubre-12). Actuó en las oposiciones de 1874, en el mes de diciembre de este año y en el de febrero de 1875. Pasó de Fortuna a Fitero Nuevo por O. (1885-marzo-22). Sólo estuvo la temporada de 1885, escribiendo la preceptiva memoria con 8 páginas, firmada en Santander (1885-octubre-22).

Como quinto director figura Alberto Donato Armendariz y Navarro, nº 150 del Cuerpo, nacido en Chinchón (1849-diciembre-12). Tiene por la Universidad Central los títulos de Bachiller en Artes (1868-

junio), Licenciado en Medicina y Cirugía (1872-junio). Tomó parte en las oposiciones de 1874 y actuó en diciembre de este año y en febrero de 1875. Pasó de Puertollano a Fitero Nuevo por R.O. (1886-febrero-25) y de Fitero Nuevo a Ontaneda también por R.O. (1890-marzo-31). Había ingresado en Sanidad Militar por oposición (1872). Se conservan cuatro memorias de este titular, la de 1886 firmada en Madrid (octubre 25) con 18 páginas; la de 1887 firmada también en Madrid (diciembre 17) publicada en el Bº Oficial de Sanidad con el título de "Balneario de Fitero Nuevo" en el nº 30 de agosto de 1888; la de 1888 con 31 páginas firmada en Chichón el 4 de diciembre y la de 1889 de 12 páginas firmada en Baños Nuevos de Fitero el 1 de diciembre.

Publicó otra memoria de dos páginas (1887-junio-15), que en realidad es un reglamento con 25 artículos para los usuarios de los baños.

El sexto titular fue Narciso Merino Aguinaga, nº 164 del Cuerpo. Nació en Alfaro (1829-octubre-29). Estudió en Logroño y en la Universidad Central, obtuvo el grado de Bachiller el 17 de junio de 1850 y el de Licenciatura el 26 de junio de 1852.

Ingresó por R.O. (1876-mayo-6), pasó de Escoriaza a Fitero Nuevo por R. O. (1890-marzo-31) y falleció en Logroño (1890-septiembre-28) sin haber escrito la memoria de 1890.

El séptimo Director fue Vicente Rufino de Urrecha y de la Torre, nº 171 del Cuerpo, nacido en Eleja-Beitia (1825-Julio-18). Estudió en Madrid la Licenciatura en Medicina y Cirugía (1850-junio-30). Ingresó por designación directa (R.O. 1876-agosto-5) como director de Cortázubi, pasó a Fitero también por R.O. (1891-febrero-18). Permutó en 1893 por el Porvenir de Miranda. Destacó durante el cólera en Barcelona. Causó baja en el cuerpo por jubilación (1895-marzo-7).

Sus dos memorias firmadas en Fitero son: 1891 con 5 páginas del uno de octubre y la de 1892 de 4 páginas del 30 de septiembre.

El octavo titular fue Marcos Antonio Marcelina Díaz de Cerio y Rodríguez, nº 222 del Cuerpo. nació en Logroño (1859-junio-18). Estudió en Logroño y Madrid. Se tituló como Bachiller en Artes (1875-septiembre-10). Licenciado en Medicina y Cirugía (1882-abril-28). Tomó parte en las oposiciones de 1887, actuando durante los meses de marzo y abril. Por R.O. (1891-febrero-18) pasa por permuta de porvenir de Miranda a Fitero Nuevo, y con carácter definitivo el 1 de febrero de 1896. Destacó por su actuación en Logroño (1885) durante la epidemia de cólera.

5.- ANALISIS DE LAS AGUAS

5 - A Historia de los Análisis.

En los dos libros clásicos de hidrología médica el de Limón (1697) (6) y el de Gómez de Bedoya (1765) (3) figuran los análisis de ambas aguas, en el primero con técnicas organolépticas rudimentarias propias de fines del XVII y en el segundo algo más avanzada de mediados del XVIII. El análisis que cita Limón Montero fue realizado por el Dr. Geronymo de Ribas antiguo médico de la Villa de Fitero. El que cita Gómez de Bedoya, lo realizó Joseph Antonio Ximenez, sabio y acreditado boticario de la Villa de Cervera, considerado por sus correligionarios como uno de los mejores químicos de la época. Gómez de Bedoya completa la información sobre los análisis con datos logrados por otros profesionales como fueron los del Dr. Juan Joseph de Silva médico de la Villa de Milagro, Santiago Recio y Alvarez insigne botánico de la Villa de Igea; Andrés Azparren experto boticario y químico de la Ciudad de Tafalla; Manuel Joseph Munilla, boticario de la Villa de Aguilar del Río Alhama; Pedró de Viñaburu, químico y boticario de la ciudad de Pamplona; Lorenzo Lexalde médico de Fitero. Todas estas referencias corresponden al agua del manantial Viejo o Primitivo.

De estos antiguos se consideraron como más fiables el del farmacéutico José Antonio Ximenez. El primero cuantitativo en granos/libra es el del médico Ignacio Oliva realizado (1848-diciembre) en la cátedra de análisis químico de la Facultad de Farmacia de Madrid. Este análisis en muchas publicaciones oficiales se ha reproducido con las mismas cifras indicando g/l, criterio erróneo. Esta razón justifica entre otras, las considerables diferencias con el análisis realizado hacia el año 1929 por Antonio de Gregorio Rocasolano.

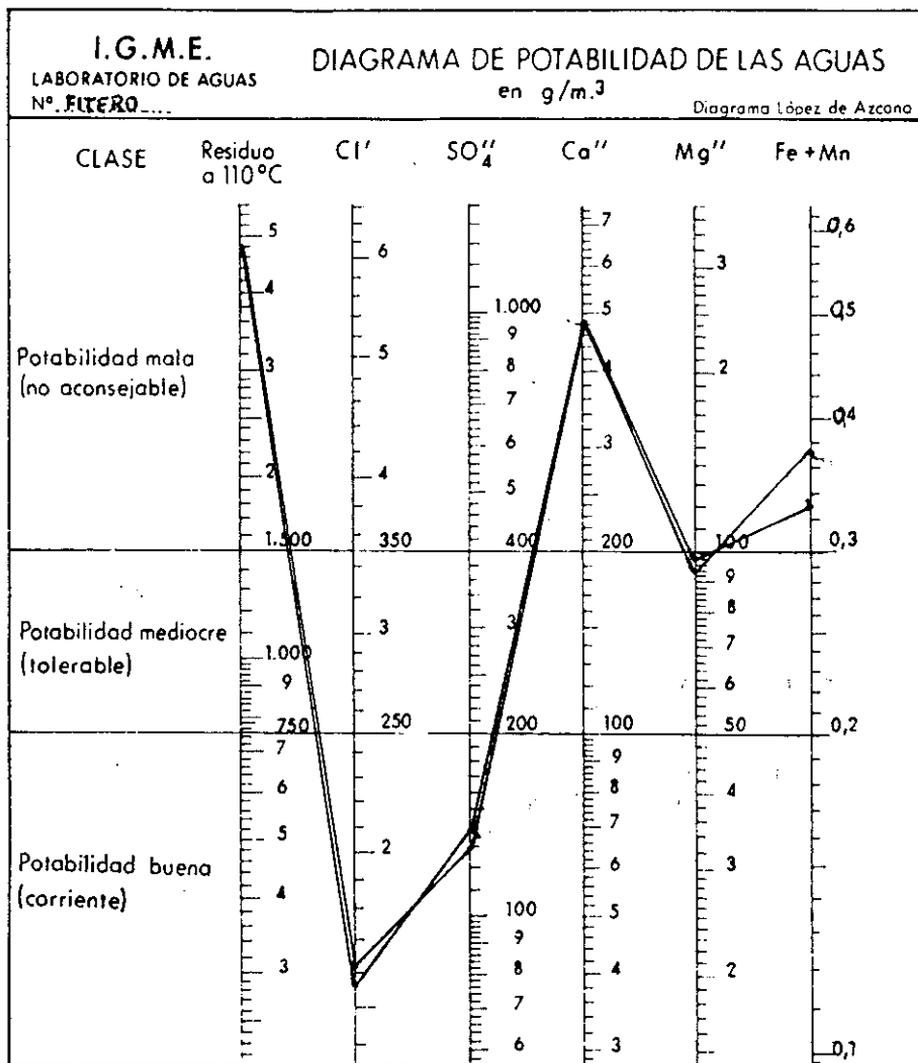
De los baños nuevos tardó varios años en realizarse un análisis de confianza todos los científicos se limitaban a consignar, "difieren muy poco de los baños viejos" y en el mismo censo de las aguas minerales y termales (1892) se da para los Viejos el del Dr. Oliva, sin consignar los del Nuevo.

Durante la primera década de este siglo, se analizaron las aguas de ambos establecimientos en el Laboratorio Químico Industrial de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas de Madrid, apreciándose ligera diferencia en la composición de ambas aguas. Del año 1930 son los realizados por Antonio de Gregorio Rocasolano y de 1950 otros del Laboratorio de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas de Madrid.

5 - B. Comentarios de los análisis.

La adjunta gráfica de potabilidad, fue obtenida con los análisis del Dr. García Puertas y sus colaboradores (que se incluyen en el artículo siguiente. Las aguas a efectos de su utilización como potables, no son aconsejables, desde el punto de vista de su composición química las de ninguno de los dos manantiales, por sus elevados contenidos en calcio residuo seco y demanda química de oxígeno (D.Q.O.).

Para considerar su circuito subterráneo desde su precipitación y filtración, por su contenido medio de sílice en masa de 21×10^{-6} y suponiendo sin influencia de la composición del circuito ascendente y sin



aportaciones durante este, encontramos una temperatura de base de 63° C, lo que puede corresponder a una profundidad del orden de 2.000 m desde donde se inició el proceso ascendente.

6.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- BOTELLA Y DE HORNOS, F. (1892) Censo de las aguas minerales y termales de España. Minis. de Fomento. 146 págs.- Madrid.
- 2.- EZQUERRA DEL BAYO, J. (1850) Descripción geológica del terreno donde discurren las aguas termales de las inmediaciones de Fitero, provincia de Navarra. *Bol. Of. del Min. de Com.- Inst. y Obr. Publ.* Tº IX, 79.- Madrid
- 3.- GOMEZ DE BEDOYA Y PAREDES, P. (1765) Historia Universal de las fuentes minerales de España. Tº 2º, 381 págs.- Santiago de Compostela.
- 4.- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) (1971) Mapa Geológico de España. 1/200.000. Síntesis de la cartografía existente, nº 21 Logroño.- Madrid.
- 5.- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) (1982) Mapa Geológico de España. 1:50.000. nº 24-12 Cervera del río Alhama, 2ª serie.- Madrid.
- 6.- LIMON MONTERO, A. (1697) Espejo cristalino de las aguas de España. 4º may, 432 págs.- Alcalá de Henares.
- 7.- LLETGET Y CAYLA, T. (1870) Monografía de los baños y aguas termomédicinas de Fitero, 250 pág.- Barcelona.
- 8.- RAMIREZ, A. (1768) Examen Chimico-medico de los principios y virtudes de las aguas termales y baños de Fitero.- Pamplona.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES DE LOS BALNEARIOS DE FITERO (NAVARRA)

P. García Puertas, M^a E. Torija Isasa, M. García Mata
M^a D. Tenorio Sanz, M. Vidal Marín y
P. Manzanares Alonso

*Departamento de Bromatología y Técnicas Analíticas
Farmacéuticas. Facultad de Farmacia.
Universidad Complutense. E-28040 Madrid*

Por encargo de la Comisión de Aguas Minero-medicinales de la Real Academia de Farmacia, un equipo del Departamento de Bromatología y Técnicas Analíticas Farmacéuticas de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense se trasladó con fecha 21 de abril de 1990 al Balneario de Fitero para realizar el estudio físico-químico.

Difícil es precisar la época en que comenzaron a usarse estas aguas; no es muy aventurado suponer que estando en una región habitada en tiempo prehistóricos, fueran aprovechadas por los que vivieron en aquella época. En el año 1927 fué descubierto por el arqueólogo Cabré, en el cerro denominado Quebra-Cantaros, una población neolítica, lo que confirma la presunción de que, habitada esta región desde los albores de la civilización humana, también desde entonces comenzaron a utilizar la acción curativa de estas aguas.

Pasando a tiempo históricos, en la época romana se conocieron estos baños, con los de Tiermas y tal vez con los de Arnedillo, con el nombre de "Termas Vasconias", por radicar en el país de los vascones o vacceos. La utilizaron los árabes que pusieron el nombre de Alhama al río que recibe sus aguas.

Durante la Edad Media fueron llamadas Aguas Caldas o calientes de Tudujen o Tudulen nombre que al cambiar por el de Fitero se puso al barranco que los conduce al río Alhama.

El monumento más antiguo que se construyó en el balneario viejo es la galería o mina que conduce las aguas minerales a la falda del monte denominado Peña del Baño, o sea desde su origen al balneario actual. Esta galería abierta en la durísima masa silicosa, representa un trabajo muy inteligente, largo y dificultoso. Tiene 65 m de longitud por 1,76 de altura y 0,78 de anchura, conservando en sus partes las huellas de los instrumentos que se emplearon para abrirla. En su fondo hay una especie de rotonda bastante capaz, cuyas paredes y suelo están formadas por el conglomerado cuarzoso, donde brotan las aguas con ruido, parte de abajo arriba, como un pozo artesiano, y parte de las paredes.

Precede a la entrada de la galería un aposento abovedado, revestido de ladrillos y de sillares, donde en tiempos antiguos entraban los enfermos a tomar la estufa o sauna.

Los baños de Fitero están formados por dos balnearios; el Balneario-Hotel "Gustavo Adolfo Becquer" y el Balneario-Hotel "Virrey Palafox".

Existen dos manantiales: uno en el Balneario Becquer y otro en el Balneario Palafox, cuyos caudales son de 1700 litros y 850 litros por minuto respectivamente. Hay estanques de enfriamiento de agua termal, que añadida al "agua virgen" permiten dar los baños a la temperatura más conveniente para cada enfermo.

El gran remembre de las aguas de Fitero, se extendió también al campo analítico. Son numerosos los investigadores de gran renombre que se citan como autores de análisis de estas aguas. Basta nombrar a Limón Montero a finales del siglo XVIII, a Jerónimo Rivas, médico de la villa

de Fitero, a José Rodríguez Jiménez, farmacéutico de Cervera del río Alhama, así como un análisis más completo, practicado con minuciosa exactitud en diciembre de 1846 por el farmacéutico Ignacio Oliva. De este análisis realizado en la Facultad de Farmacia de Madrid, se desprende que las sustancias que entran en la composición de las aguas en gramos por litro son las siguientes:

Cloruro cálcico	0,330
Cloruro sódico	0,040
Carbonato cálcico	0,150
Sulfato cálcico	0,090
Sulfato magnésico	0,070
Sulfato alumínico	0,050
Sal ferrosa	0,170
Agua	999,100

	1.000,000

En el año 1930, siendo Médico Director del Balneario Saturnino Mozota Vicente, fué realizado un análisis químico y fisico-químico de las aguas de los Baños viejos por Gregorio Rocasolano, que después de realizar un análisis muy amplio, dice resumiendo, que la cantidad de sales disueltas en gramos por litro es:

Cloruro sódico	2,12941
Cloruro potásico	0,17038
Cloruro magnesico	0,06449
Sulfato cálcico	1,59763
Sulfato magnésico	0,23957
Bicarbonato magnésico	0,23956
Bicarbonato ferroso	0,00683
Carbónico libre	0,0251
Sílice	0,0215

En el año 1950, fué realizado por el laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Madrid, otros análisis de estas aguas dando los siguientes resultados:

El agua es transparente, incolora, inodora y de sabor salado.

Densidad a 11 °C 1,00263.

Residuo fijo de un litro a 18 °C	4,60 g/l
Anhídrido carbónico libre	0,03334 g/l
Anhídrido carbónico bicombinado	0,14666 g/l
Anhídrido sulfúrico	1,12649 g/l
Cloro	1,51340 g/l
Potasa	0,05160 g/l
Cal	0,70000 g/l
Oxido ferroso	0,00099 g/l
Magnesia	0,14500 g/l
Anhídrido silícico	0,08620 g/l
Amoniaco libre (inorgánico)	0,000746 g/l
Materia orgánica	0,001749 g/l

En el año 1980, en un trabajo presentado en la Real Academia de Medicina del distrito de Zaragoza, por el académico numerario Javier Samitier Azparren, bajo el título "Virrey Palafox". Propiedades clínicas de sus aguas termales. Su historia cita un nuevo análisis realizado por Villacampa el químico del Ayuntamiento de Zaragoza quien certifica que los resultados obtenidos han sido los siguientes:

"Virrey Palafox" (Fitero).

Cationes:

Calcio (en Ca ⁺⁺)	488,00 mg/ml
Magnesio (en Mg ⁺⁺)	98,15 mg/ml
Sodio (Na ⁺)	830,00 mg/ml
Potasio (K ⁺)	38,90 mg/ml

Aniones:

Cloruros (en Cl')	1606,60 mg/ml
Sulfatos (en SO'')	1325,60 mg/ml
Fluoruros (en F')	0,70 mg/ml
Bicarbonatos (en CO ₃ H')	200,50 mg/ml

No disociados:

Silice (en SiO ₂)	85,69 mg/ml
Radioactividad	3nCu
Residuo seco a 110 °C	5044,20 mg/ml
Residuo seco a 180 °C	4767,20 mg/ml
Densidad	1,00263
Punto crioscópico	-0,19 °C
Conductividad	5.828 microhms/cm
pH	7,96
Potencial redox	3,96 milivolt

Oligoelementos:

Hierro (en Fe ²⁺)	0,7 mg/l
Aluminio (en Al ³⁺)	0,55 mg/ml

En los años 1986-87, se han publicado distintas memorias de los "Baños de Fitero" por los Doctores José Antonio Frías Fernández y Dr. Luis Esteban Mugicas, en el que reflejan distintos análisis de dichas aguas.

A continuación transcribimos el informe de los análisis realizados en 1990 por nosotros en el Departamento de Bromatología y Técnicas analíticas farmacéuticas de la Facultad de Farmacia de Madrid:

El Balneario de Fitero, está situado en la provincia de Navarra, partido judicial de Tudela y en el término municipal del pueblo de este nombre, a una distancia aproximada de 4 km y a 97 km de la capital de la provincia, Pamplona.

La situación geográfica corresponde a 42° 3' y 49'' de latitud Norte y 1° 5' y 15'' de longitud Este del meridiano de Madrid (Datos tomados del Mapa Nacional de Instituto Geográfico, escala 1:50.000 - 3ª edición). La altura sobre el nivel del mar es de 425 m.

Como hemos dicho anteriormente los baños de Fitero tienen dos manantiales que surten de agua a los dos Balnearios llamados "Gustavo Adolfo Becquer" y "Virrey Palafox". Se han realizado análisis independientes de cada uno de ellos.

ANALISIS QUIMICO

CARACTERES GENERALES

	BECQUER	PALAFIX
El agua es:	Limpia	Limpia
	Color < a 1 mg (Pt/Co)	Color < a 1 mg (Pt/Co)
	Inodora	Inodora
	Sabor algo salino	Sabor algo salino
	Turbidez no supera 2 UNF	Turbidez no supera 2 UNF

DETERMINACIONES GENERALES

	BECQUER	PALAFOX
Residuo fijo a 110°	4825 mg/l	4837 mg/l
Dureza Total	1618 mg CaCO ₃ /l	1638 mg CaCO ₃ /l
DQO (oxidabilidad al MnO ₄)	5,9 mg O ₂ /l	7,3 mg O ₂ /l

CONSTANTES FISICO-QUIMICAS

Temperatura de emergencia

Fecha 21-IV-90. 11 h

Temperatura del ambiente exterior	8°C	10°C
Temperatura del Agua	46,5°C	48,5°C

Densidad

Densidad a 4°C	1,0041	1,0040
Densidad a 47°C	1,0028	1,0027

Indice de refracción

Indice de refracción a 47°C	1,364	1,359
-----------------------------	-------	-------

Descenso crioscópico

Descenso crioscópico	0,356°C	0,349°C
----------------------	---------	---------

Contenido en moliones

moliones por litro	0,153	0,154
--------------------	-------	-------

Presión osmótica

Atmósferas	4,013	4,026
------------	-------	-------

Concentración de iones hidrógeno

pH	7,43	7,54
----	------	------

Conductividad eléctrica

Microsiemens/cm a 20°C	5831	5871
------------------------	------	------

ANALISIS CUANTITATIVO

	BECQUER	PALAFIX
Gases disueltos		
Oxígeno	2,9 mg/l	4,9 mg/l
Anhídrido carbónico	18,4 mg/l	21,1 mg/l
Hidrógeno sulfurado	No tiene	No tiene

Cationes

Calcio expresado en Ca ²⁺	485,30 mg/l	497,00 mg/l
Magnesio expresado en Mg ²⁺	98,30 mg/l	96,20 mg/l
Sodio expresado en Na ⁺	1001,70 mg/l	998,12 mg/l
Potasio expresado en K ⁺	30,90 mg/l	29,60 mg/l
Litio expresado en Li ⁺	0,11 mg/l	0,09 mg/l
Hierro expresado en Fe ²⁺	0,33 mg/l	0,30 mg/l
Manganeso expresado en Mn ²⁺	0,04 mg/l	0,03 mg/l

Aniones

Bicarbonatos (en HCO ₃ ⁻)	218,30 mg/l	210,10 mg/l
Carbonatos (en CO ₃ ²⁻)	---	---
Cloruros (en Cl ⁻)	1601,90 mg/l	1576,39 mg/l
Sulfatos (en SO ₄ ²⁻)	1339,60 mg/l	1390,20 mg/l
Bromuros (en Br ⁻)	0,43 mg/l	0,40 mg/l
Fluoruros (en F ⁻)	0,85 mg/l	0,74 mg/l
Nitratos (en NO ₃ ⁻)	2,35 mg/l	1,83 mg/l
Sílice (en SiO ₂)	20,81 mg/l	22,73 mg/l

Microelementos

Cobre expresado en Cu^{2+}	12,50 $\mu\text{g/l}$	15,05 $\mu\text{g/l}$
Cromo expresado en Cr^{3+}	4,25 $\mu\text{g/l}$	4,50 $\mu\text{g/l}$
Níquel expresado en Ni^{2+}	21,02 $\mu\text{g/l}$	21,13 $\mu\text{g/l}$
Zinc expresado en Zn^{2+}	23,00 $\mu\text{g/l}$	20,15 $\mu\text{g/l}$
Cadmio expresado en Cd^{2+}	7,00 $\mu\text{g/l}$	7,50 $\mu\text{g/l}$

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

CONCENTRACION IONICA

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:

BALNEARIO DE BECQUER

	mg/l	Milimoles	Milivales	Milivales %
Cationes				
Calcio	485,30	12,130	24,260	31,621
Magnesio	98,30	4,045	8,090	10,546
Sodio	1001,70	43,552	43,552	57,767
Potasio	30,90	0,790	0,790	1,030
Litio	0,11	0,015	0,015	0,019
Hierro	0,33	0,006	0,012	0,015
Manganeso	0,04	0,001	0,002	0,002

76,721 100,000

	mg/l	Milimoles	Milivales	Milivales %
Aniones				
Bicarbonatos	218,30	3,578	3,578	4,663
Carbonatos	--	--	--	--
Cloruros	1601,90	45,189	45,189	58,902
Sulfatos	1339,60	13,954	27,908	36,326
Bromuros	0,43	0,005	0,005	0,006
Fluoruros	0,85	0,044	0,044	0,055
Nitratos	2,35	0,037	0,037	0,048

76,721 100,000

No ionizados

Anhidrido silícico 20,81 mg/l

BALNEARIO DE PALAFOX

	mg/l	Milimoles	Milivales	Milivales %
Cationes				
Calcio	497,00	12,425	24,850	32,295
Magnesio	96,20	3,958	7,916	10,298
Sodio	998,12	43,396	43,396	56,390
Potasio	29,60	0,759	0,759	0,986
Litio	0,09	0,013	0,013	0,017
Hierro	0,30	0,005	0,010	0,012
Manganeso	0,03	0,001	0,002	0,002

 76,946

 100,000

	mg/l	Milimoles	Milivales	Milivales %
Aniones				
Bicarbonatos	210,10	3,444	3,444	4,476
Carbonatos	--	--	--	--
Cloruros	1576,39	44,468	44,468	57,793
Sulfatos	1390,20	14,481	28,962	37,639
Bromuros	0,40	0,005	0,005	0,006
Fluoruros	0,74	0,038	0,038	0,049
Nitratos	1,83	0,029	0,029	0,037

 76,946

 100,000

No ionizados

Anhidrido silícico 22,73 mg/l

CONCLUSIONES

- 1.- Por tener ambos manantiales "Becquer y Palafox" un residuo fijo superior a 1500 mg, se trata de aguas de *mineralización fuerte*.
- 2.- Por emerger a temperaturas entre 45-50°C han de considerarse como aguas *mesotermales*.
- 3.- Por tener una presión osmótica inferior a la del plasma sanguíneo son aguas *hipotónicas*.
- 4.- Por predominio manifiesto de cloruros, sulfatos y sodio, se trata de aguas *cloruradas sulfatadas sódicas*.

Así mismo, por contener flúor, bromo y litio, se consideran como aguas *fluoruradas, bromuradas y litínicas*.

BIBLIOGRAFIA

- (1) AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1989) Standard methods for the examination for water and wastewater. 17th ed. Washington.
- (2) CASARES LÓPEZ, R. (1978) Tratado de Análisis Químico, Tomo II. X Edición. Ed. Departamento de Bromatología y Toxicología. Madrid.
- (3) CASARES LÓPEZ, R. (1967) Tratado de Análisis Químico, Tomo III. VIII Edición. Ed. "Casares" Madrid.
- (4) CATALÁN LAFUENTE; J.G. (1981) Química del Agua. Tall. Gráficos Alonso. Madrid.
- (5) CATALÁN LAFUENTE, S. CATALÁN ALONSO, J. (1987). Rios, caracterización y caídas de sus aguas. Ed. Dihidrox. Zamora.
- (6) DEGREMONT (1979) Manual Técnico del agua. Ed. DEgremont. París.
- (7) ESTRADA, P. (1986) Manual de control analítico de la potabilidad de aguas de consumo humano. Ed. Díaz de Santos. madrid.
- (8) GOMEZ CHAPARRO, J., GOMEZ VAZQUEZ, M.D. (1983) Aguas potables de consumo público. Ed. Los Autores. Córdoba.
- (9) KEMMER, F.N. Y MCCALLION, J. (1979) Manual del agua. Su naturaleza, tratamientos y aplicaciones. E. Mac Graw-Hill. México.

- (10) METCALF - EDDY (1985) Ingeniería Sanitaria. Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales. Ed. Labor. Barcelona.
- (11) REAL DECRETO 1138/1990 de 14 de septiembre. BOE nº 226 de 21-IX-90, 27488-27497.
- (12) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD OMS (1972). Normas Internacionales para el agua potable. Ginebra.
- (13) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD OMS (1982) Agua potable y saneamiento ambiental 1981/1990. Ginebra.
- (14) PESSON (1979) Polución de aguas continentales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- (15) PRESIDENCIA DEL GOBIERNO. Real Decreto 2119/1981 de 24 de julio que aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria. BOE nº 226 de 21 de septiembre de 1981, 21898-21904.
- (16) RODIER, J. (1981) Análisis de las aguas, aguas naturales, aguas residuales, aguas de mar. Ed. Omega. Barcelona.
- (17) SARNO, V. Y FEDERICONI, L. (1983) Il Trattamento delle acque per uso vari. Ed. Ulrico-Hoepli. Milano.
- (18) WEBER, W.J. (1979) Control de la calidad del agua, procesos físico-químicos. Ed. Reverte. Barcelona.

MICROBIOLOGIA DE LOS MANANTIALES DE AGUAS MINEROMEDICINALES DE FITERO

M.C. de la Rosa, M.A. Mosso, F. Díaz, M.C. Vivar y
M.R. Medina

*Departamento de Microbiología. Facultad de Farmacia
Universidad Complutense. E-28040 Madrid*

INTRODUCCION.

Fitero es un municipio situado al Sur de Navarra en el límite con la Rioja y bañado por el río Alhama. En esta localidad existen dos Balnearios en funcionamiento, denominados actualmente Palafox y Becquer, cada uno de los cuales utiliza un manantial diferente para los tratamientos terapéuticos.

Por surgir a temperaturas superiores a 50°C ambos manantiales se clasifican como hipertermales y por su composición química estas aguas se consideran hipotónicas, clorurado-sódicas y sulfatadas.

Actualmente existe un gran interés por el estudio de la ecología y las características de los microorganismos que son capaces de vivir en ambientes extremos, a temperaturas altas y con una elevada concentración de sales. Por esta razón, el objeto de este trabajo ha sido conocer tanto los microorganismos de interés sanitario, patógenos o indicadores fecales, que pudieran contaminar estas aguas, como la micropoblación autóctona que vive en ellas y que depende principalmente de la composición química y de la temperatura de las mismas.

MATERIALES Y METODOS.

Muestras:

Se han tomado muestras del manantial Palafox, cuyo punto de emergencia se encuentra en el mismo Balneario Palafox y del manantial Becquer que emerge de una pequeña colina a unos 100 m del Balneario

del mismo nombre. También se tomaron muestras del agua que utilizan los pacientes por vía oral como complemento del tratamiento terapéutico y que se canaliza desde el manantial a cada uno de los balnearios.

Todas las muestras se tomaron el 28 de septiembre de 1989, 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 totales y vivos con naranja de acridina (técnica AODC) (8) y de los microorganismos metabólicamente activos con INT (2-(p-iodofenil)-3-(p-nitrofenil)-5-fenil cloruro de tetrazolio) (12) por el método de recuento directo con microscopio de epifluorescencia. Para lo cual se han filtrado las muestras por filtros Nucleopore de 0,20 μm teñidos con Irgalan black 107 (Merck).

El recuento de bacterias aerobias heterótrofas viables y esporuladas se ha realizado por el método de dilución en placa empleando dos medios de cultivo, agar nutritivo (14) y medio mínimo (agar nutritivo diluído 10 veces). Para el recuento de bacterias esporuladas se ha calentado la muestra a 80°C durante 10 min. El número de coliformes totales y fecales se ha determinado filtrando 100 ml del agua problema por filtros de acetato de celulosa de 0,45 μm y depositando el filtro en placas con medio Chapman TTC. El recuento de estreptococos fecales se realizó por la misma técnica de filtración utilizando el medio Slanetz. En ambos casos se siguieron los métodos oficiales españoles (15). El recuento de las esporas de clostridios sulfito reductores se hizo sembrando la muestra en tubos con agar sulfito de hierro (7) e incubando a 37°C y 45°C. El recuento de *Pseudomonas aeruginosa* se realizó por el método del número más probable (NMP) en caldo lactosa magnesio y confirmación en agar cetrimida (15). El número de mohos y levaduras se determinó por filtración empleando filtros de 0,45 μm que se incubaron a 22°C sobre agar Sabouraud con oxitetraciclina (19). El recuento de bacterias

proteolíticas, amilolíticas y amonificantes se realizó por el método del NMP en los medios citados para cada uno de ellos por Pochon y Tardieux (21) y el de bacterias sulfato reductoras por el mismo método en el medio de Starkey (7).

Para la identificación de las bacterias aerobias hererotrofas se estudiaron las siguientes características: morfología, tinción de Gram, movilidad, oxidasa, catalasa, utilización de la glucosa, tipo respiratorio, producción de pigmentos, formación de esporas, crecimiento en anaerobiosis, reducción de nitratos, hidrólisis del almidón y de la gelatina. Todas las pruebas se hicieron siguiendo los métodos de Cowan (3). Además las cepas de bacilos Gram negativos no fermentadores se inocularon en una galería API 20 NE y las de cocos Gram positivos en una galería API-Staph. Para la identificación de los bacilos Gram negativos se utilizó un programa realizado por nosotros empleando un ordenador IBM, basado en la clasificación del Manual de Bergey (10). Las bacterias Gram positivas se identificaron siguiendo la clasificación de este mismo manual (29).

RESULTADOS Y DISCUSION

La temperatura del agua en el punto de emergencia de ambos manantiales, ha estado comprendida entre 47°C y 50°C, siendo la temperatura ambiente de 22°C-23°C. En el agua de bebida la temperatura fue de 37°C-45°C. El pH de todas las muestras fue próximo a 7.

Microorganismos totales, vivos y metabólicamente activos:

Las sales de tetrazolio son ampliamente utilizadas para demostrar reacciones de reducción en sistemas biológicos, como las aguas dulces, tanto superficiales como subterráneas y en aguas saladas. El compuesto más utilizado para detectar la potencial actividad metabólica microbiana es el INT.

El número total de microorganismos detectados por recuento directo es alto, algo mayor en el manantial Becquer, observándose un número más elevado en las muestras del agua de bebida que en el punto de emergencia. El número de microorganismos vivos y metabólicamente activos es siempre menor, presentando un porcentaje mucho más alto el manantial Palafox que el Becquer. Es de señalar que en el agua de bebida, el porcentaje de microorganismos vivos es mucho menor que en el punto de emergencia (Tabla 1). Resultados semejantes hemos encontrado en las aguas mineromedicinales de Alange (18).

En aguas dulces de distintos orígenes, Hobbie *et al.* (8) encontraron recuentos de microorganismos totales semejantes, mientras que otros investigadores detectaron números superiores a 10^6 /ml (5,20,34). King (9) utilizando otro colorante fluorescente, también encontró recuentos 10^5 /ml en aguas subterráneas.

Como nosotros, otros autores también han encontrado un porcentaje muy variable de microorganismos metabólicamente activos por el método de reducción de INT, tanto en aguas dulces (5,34), aguas marinas (30) como en aguas residuales (4).

Bacterias aerobias:

En la tabla 2 se exponen los recuentos de bacterias aerobias viables y esporuladas incubadas a las temperaturas de 22°C, 37°C y 45°C y expresados como unidades formadoras de colonias por ml de agua (ufc/ml).

El número de bacterias aerobias viables no es alto predominando las bacterias mesófilas que crecen a 37°C. No hay diferencias significativas entre ambos manantiales ni entre las muestras tomadas en el punto de emergencia y en el agua de bebida.

Aunque estos manantiales tienen una temperatura constante superior a los 45°C, sin embargo el número de bacterias termófilas es insignificante no habiéndose detectado termófilas esporuladas en ninguna muestra. Estos resultados son semejantes a los encontrados en otros manantiales de aguas termales (16, 17, 24, 25, 27).

En algunos recuentos se han encontrado valores más altos en el medio mínimo que en agar nutritivo lo que nos indica que son bacterias autóctonas del agua que crecen mejor en medios con pocos nutrientes (28). De estos resultados deducimos que los perímetros de protección sanitaria de ambos manantiales son adecuados.

El número de microorganismos totales determinado por el método de epifluorescencia es siempre mayor que el de ufc de las bacterias heterotrofas aerobias, debido a que muchos de los microorganismos que viven en estos ambientes acuáticos no se desarrollan en los medios de cultivo utilizados para su enumeración.

En estudios comparativos de estos dos métodos de recuento (5, 18), se encuentran diferencias en ambos recuentos de 3 a 4 unidades logarítmicas que son semejantes a los de este estudio.

Microorganismos de interés sanitario:

No se han encontrado microorganismos patógenos ni indicadores de contaminación fecal en ninguna muestra (tabla 3), por lo que puede considerarse como potable según la legislación española (13).

Pseudomonas aeruginosa se ha detectado en número muy bajo en el manantial Palafox. Este patógeno oportunista no debe encontrarse en aguas mineromedicinales envasadas (13), pero la legislación española no lo contempla en aguas mineromedicinales que se utilizan en establecimientos balnearios.

El número de mohos y levaduras es insignificante, no habiéndose encontrado en el manantial Becquer. Suele ser frecuente que los hongos se encuentren en números bajos, inferiores a 1 por ml en los manantiales de aguas termales, lo que ha sido constatado por nosotros en otros estudios realizados (16, 17, 27).

Microorganismos de interés ecológico:

Se han estudiado los microorganismos más representativos del ciclo del nitrógeno, carbono y azufre que se encuentra en gran número en las aguas naturales donde intervienen en la autodepuración (1, 26) (tabla 3).

Del ciclo del nitrógeno se han detectado en número alto bacterias amonificantes y proteolíticas en todas las muestras. Estos microorganismos son frecuentes en manantiales termales (16, 17, 25). Se han aislado cepas pertenecientes a los géneros *Micrococcus*, *Agromyces*, *Bacillus* y *Pseudomonas*.

Del ciclo del carbono se han encontrado bacterias amilolíticas también en número alto, semejante a los de otros manantiales mineromedicinales (23, 25, 27) identificándose como *Bacillus* y *Agromyces*.

No se han detectado bacterias sulfato reductoras en ninguna muestra, a pesar de que estas aguas presentan sulfato cálcico y magnésico. Estas bacterias suelen encontrarse en aguas termales sulfatadas (16, 27) pero en número muy pequeño por lo que resulta difícil su detección.

Bacterias heterótrofas:

En la tabla 4 se exponen los géneros y especies identificados en los dos manantiales indicándose la proporción en que aparecen. El número total de cepas identificadas ha sido 98, 55 en el manantial Palafox y 43 en el Becquer.

En todas las muestras, las bacterias que se han aislado con mayor frecuencia han sido los bacilos Gram positivos, siguiendo los cocos Gram positivos y los bacilos Gram negativos. Estos últimos se encuentran principalmente en las muestras del agua de bebida.

En aguas mineromedicinales es raro que las bacterias Gram positivas constituyan la micropoblación mayoritaria ya que en estudios realizados en otros manantiales tanto por nosotros (23, 27) como por otros autores (22, 31) han sido siempre los bacilos Gram negativos.

Algunas de las cepas bacterianas que hemos aislado presentan perfiles taxonómicos difíciles de asociar con las bacterias descritas y ya reconocidas y sería necesario estudiar muchas más características, con el fin de determinar si se asemejan o no a taxones correctamente descritos. En ambos manantiales se han encontrado los mismo géneros de bacilos Gram positivos, siendo los más frecuentes *Bacillus*, *Arthrobacter* y *Kurthia* y en menor proporción *Agromyces*, *Microbacterium* y *Cellulomonas*. *Bacillus* también ha sido aislado en otras aguas mineromedicinales (16, 17, 24, 25, 27) y *Arthrobacter* en Caldas de Bohi (27); estas bacterias son muy abundantes en el suelo y pueden pasar a las aguas. *Kurthia* ha sido aislada de aguas superficiales y crece a 45°C, *Microbacterium* también es termodúrica, no se conoce con exactitud su habitat aunque es frecuente en algunos alimentos. *Agromyces* y *Cellulomonas* son muy frecuentes en el suelo (29).

Micrococcus y *Staphylococcus* se encuentran en número menor a semejanza de otros manantiales donde también han sido aislados (16, 18, 23, 24, 25, 27).

En cuanto a los bacilos Gram negativos se han identificado varias especies de *Pseudomonas*. En el manantial Palafox se han encontrado *P.aeruginosa*, *P.acidovorans* y *P.alcaligenes*, aunque estos dos últimos sólo en la muestra de agua de bebida. En el manantial Becquer sólo se

identificó *P.testosteroni* también en el agua de bebida. Esto se debe probablemente, a que se encuentran en un número muy pequeño en el manantial, pero en determinadas condiciones (temperatura, flujo lento, puntos muertos, etc.) se multiplican en las tuberías de distribución y pueden ser detectados (11).

El género *Pseudomonas* es muy frecuente en aguas naturales habiéndose aislado diversas especies en otros manantiales tanto fríos como termales (6, 31). *P.alcaligenes* se encontró en los manantiales de Alhama de Aragón (23) y Caldas de Bohi (27). *P.acidovorans* y *P.testosteroni* se han incluido recientemente en un nuevo género *Comamonas*, aún no incluido en el Manual Bergey, ya que se diferencia de las otras especies de *Pseudomonas* por su composición de bases de DNA y asimilación de diversos compuestos (32).

Se ha encontrado *Xanthomonas ampelina* y *Alcaligenes latus* en la muestra del agua de bebida del manantial Palafox. En el manantial Becquer se encontró esta última especie y dos más, *A. aestus* y *A. xylosoxydans* además de *Acinetobacter calcoaceticus*. En cuanto a *Xanthomonas ampelina* actualmente se le denomina *Xylophilus ampelinus* (33), ya que se ha demostrado que genéticamente no está relacionado con *Xanthomonas*, sino con otras bacterias como *Pseudomonas acidovorans*, *Alcaligenes paradoxus* y *Comamonas terrigena*. Este microorganismo ha sido aislado de la vid, sin embargo las cepas aisladas en estas aguas presentan una morfología similar con un flagelo polar coincidiendo todas las características estudiadas con excepción de que crecen a 42°C y no producen SH₂. Diversas cepas de *Xanthomonas* sp. han sido aisladas, en pequeña proporción, por nosotros en otros manantiales (16, 17, 23, 25).

Así mismo *Acinetobacter* ha sido detectado en otros manantiales de aguas termales (16, 23, 27), en el manantial de Lanjarón (22), en aguas mineromedicinales envasadas (6, 31) y en aguas de bebida procedentes de manantiales y pozos (2), y *Alcaligenes* lo hemos aislado en algunos manantiales de Alhama de Aragón (23).

CONCLUSION.

El perímetro de protección de ambos manantiales es adecuado, y desde el punto de vista microbiológico el agua de estos manantiales puede considerarse potable según la legislación española.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ALONSO-PASTOR, F. Y RODRIGUEZ DE LECEA, J. (1985). Estudio comparativo de la flora bacteriana aerobia indicadora de contaminación de embalses del río Lozoya. *Rev. San. Hig. Publ.*, 59: 367-380.
- 2.- BIFULCO, J.M., SHIREY, J.J. AND BISSONNTE, G.K. (1989). Detection of *Acinetobacter* in rural drinking water supplies. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55: 2214-2219.
- 3.- COWAN, S.T. (1979). Manual para la identificación de bacterias de importancia médica. Ed. Compañía Editorial Continental, S.A. México.
- 4.- DUTTON, R.J., BITTON, G. AND KOOPMAN, B. (1983). Malachite Green-INT (M INT) Method for determining active bacteria in sewage. *Appl. Environ. Microbiol.* 46: 1263-1267.
- 5.- FERNÁNDEZ, R.M. CARBALLO, S., CHENA, C., DE LA ROSA, M.C. Y MOSSO, A. (1989). Distribución de microorganismos de interés sanitario en columna de agua. Actas XII Congreso Nacional de Microbiología I, 175.
- 6.- GONZÁLEZ, C., GUTIERREZ, C. AND GRANDE, T. (1987). Bacterial flora in bottled uncarbonated mineral drinking water. *Can. J. Microbiol.*, 33: 1120-1125.
- 7.- GUINEA, J., SANCHO, J. Y PARÉS, R. (1979). Análisis microbiológico de aguas. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

- 8.- HOBBIIE, J.E., DALEY, R.J. AND JASPEN, S. (1977). Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.*, 33: 1225-1228.
- 9.- KING, L.K. AND PARKER, B.C. (1988). A simple, rapid method for enumerating total viable and metabolically active bacteria in ground water. *Appl. Environ. Microbiol.* 54: 1630-1631.
- 10.- KRIEG, N.R. AND HOLT, J. G. (1984). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. 1. Ed. Williams and Wilkins. Baltimore.
- 11.- LECLERC, H. ET MOSSEL, D.A.A. (1989). *Microbiologie le tube digestif l'eau et les aliments*. Ed. Doin éditeurs. París.
- 12.- MAKI, J.S. AND REMSEN, CH. C. (1981). Comparison of two direct-count methods for determining metabolizing bacteria in freshwater. *Appl. Environ. Microbiol.* 41: 1132-1138.
- 13.- MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA DEL GOBIERNO. Real Decreto 2119/1981 de 24 de julio que arpueba la Reglamentación Técnico Sanitaria. *Boletín Oficial del Estado* (BOE) (1981). nº 226: 21898-21903.
- 14.- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. (1983) Orden de 27 de julio en la que se establecen los métodos oficiales de análisis microbiológicos de las aguas potables de consumo público. *Boletín Oficial del Estado* (BOE). nº 193: de 13 de agosto 22393-22400.
- 15.- MINISTERIO DE RELACIONES CON LAS CORTES Y DE LA SECRETARÍA DE ESTADO. (1987). Orden de 8 de mayo por la que se aprueban los metodos oficiales de análisis microbiológicos para la elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. *Boletín Oficial del Estado* (BOE). nº 114: de 13 de mayo 13964-13973.
- 16.- MOSSO, M.A., DÍAZ, F. Y DE LA ROSA, M.C. (1986). Microbiología de las aguas mineromedicinales de Archena. *Real Acad. Farm.* Monografía nº 12, pag. 23-32.
- 17.- MOSSO, M.A., DE LA ROSA, M.C. Y DÍAZ, F. (1988). Microbiología del manantial de aguas mineromedicinales y de los lodos del balneario de Arnedillo. *Real Acad. Farm.* Monografía nº 14. pag. 23-28.

- 18.- MOSSO, M.A., DE LA ROSA, M.C., DÍAZ, F., VIVAR, C. Y MEDINA, R. (1990). Microbiología del manantial de aguas mineromedicinales de Alange. *Real Acad. Farm. Monografía* nº 16, pag. 27-38.
- 19.- PASCUAL, M.R. (1982). Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos y bebidas. Ed. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid.
- 20.- PEDRÓS-ALIÓ, C. AND BROCK, T.D. (1982). Assessing biomass and production of bacteria in eutrophic lake Mendota, Wisconsin. *Appl. Environ. Microbiol.*, 44: 203-218.
- 21.- POCHON, J. ET TARDIEUX, P. (1956). Techniques d'analyse en microbiologie du sol. Ed. de la Tourelle, St. Maudé. Seine.
- 22.- QUEVEDO-SARMIENTO, J., RAMOS-CORMENZANA, A. AND GONZÁLEZ LÓPEZ, J. (1986). Isolation and characterization of aerobic heterotrophic bacteria from natural spring waters in the Lanjarón area (Spain). *J. Appl. Bacteriol.*, 61: 363-372.
- 23.- ROSA, M.C. DE LA, DÍAZ, F., MOSSO, M.A. Y GASTÓN DE IRIARTE, E. (1983). Microbiología de las aguas mineromedicinales de Alhama de Aragón. *An. Real Acad. Farm.* 49: 381-388.
- 24.- ROSA, M.C. DE LA, DÍAZ, F., MOSSO, M.A. (1985). Microbiología de las aguas mineromedicinales de Fuente Amarga de Chiclana de la Frontera. *Real Acad. Farm. Monografía* nº 11, pag. 17-24.
- 25.- ROSA, M.C. DE LA, MOSSO, M.A., DÍAZ, F. Y CASTELLANOS, J.A. (1987). Microbiología de los manantiales de aguas mineromedicinales del balneario de Fortuna. *Real Acad. Farm. Monografía* nº 13. pag. 19-25.
- 26.- ROSA, M.C. DE LA, MOSSO, M.A., DÍAZ, F. Y GARCÍA ARRIBAS, M.L. (1987). Estudio de la cuenca alta del río Guadarrama. *Anal. Bromatol.* XXXIX-2: 325-338.
- 27.- ROSA, M.C. DE LA, MOSSO, M.A., DÍAZ, F. Y VIVAR, C. (1989). Microbiología de los manantiales de aguas mineromedicinales del balneario de Caldas de Bohí. *Real Acad. Farm. Monografía* nº 15, pag. 23-30.

- 28.- SCHMIDT-LORENZ, W. (1976). Microbiological characteristics of natural mineral water. *Ann. Super. Sanitá*, 12: 93-112.
- 29.- SNEATH, P.A., MAIR, N.S., SHARPE, M.E. AND HOLT, J.G. (1986). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. II. Ed. Williams and Wilkins. Baltimore.
- 30.- TABOR, P.A. AND NEIHOF, R.A. (1982). Improved method for determination of respiring individual microorganisms in natural water. *Appl. Environ. Microbiol.* 43: 1249-1255.
- 31.- TERRONES, R. Y MELLADO, A. (1980). Calidad bacteriológica de aguas mineromedicinales. *Rev. San. Hig. Publ.* 54: 79-88.
- 32.- TAMOAKA, J., HA, D.M. AND KOMAGATA, K. (1987). Reclassification of *Pseudomonas acidovorans* deu Dooren de Jong 1926 and *Pseudomonas testosteroni* Marcus and Talalay 1956 as *Comamonas acidovorans* comb. nov. and *Comamonas testosteroni* comb. nov., with and emeded description of the genus *Comamonas*. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 37: 52-59.
- 33.- WILLEMS, A., GILLIS, M., KERSTER, K., VANDEN BROECKE, C. AND DE LEY, J. (1987). Transfer of *Xanthomonas ampelina* Panagopoulos 1969 to a new genus, *Xylophilus ampelinus* comb. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 37: 422-430.
- 34.- ZIMMERMANN, R., ITURRIAGA, R. AND BECKER-BIRCK, J. (1978). Simultaneous determination of the total number of aquatic bacteria and the number there of involved in respiration. *Appl. Environ. Microbiol.* 36: 926-935.

**Tabla 1.- MICROORGANISMOS TOTALES, VIVOS Y
METABOLICAMENTE ACTIVOS (n°/ml).**

<u>Manantial</u>	Microorganismos						
	<u>Muestra</u>	Totales		Vivos		Activos	
		<u>n°</u>	<u>n°</u>	<u>n°</u>	<u>%</u>	<u>n°</u>	<u>%</u>
Palafox	P. emergencia	$1,2 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	91,6	$6,8 \times 10^4$	56,6	
	Agua bebida	$2,9 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	51,7	-	-	
Becquer	P. emergencia	$2,1 \times 10^5$	$8,4 \times 10^4$	40	$1,8 \times 10^4$	8,6	
	Agua bebida	$3,5 \times 10^5$	$7,1 \times 10^4$	20,2	-	-	

**Tabla 2.- BACTERIAS AEROBIAS VIABLES Y ESPORULADAS
(ufc/ml)**

<u>Temperatura</u>	<u>Bacterias</u>	<u>Medios de Cultivo</u>	<u>Manantiales</u>			
			<u>Palafox</u>		<u>Becquer</u>	
			<u>P. emergencia</u>	<u>Agua bebida</u>	<u>P. emergencia</u>	<u>Agua Bebida</u>
22°C	viables	AN*	89	213	195	47
		MM	36	61	16	17
	Esporuladas	AN	47	59	33	15
		MM	50	0	50	17
37°C	viables	AN	170	171	244	385
		MM	360	145	40	35
	Esporuladas	AN	46	18	102	3
		MM	25	4	49	4
45°C	viables	AN	12	30	0	35
		MM	0	17	2	7
	Esporuladas	AN	0	0	0	0
		MM	0	0	0	0

* AN = Agar nutritivo; MM = medio mínimo

**Tabla 3.- MICROORGANISMOS DE INTERES SANITARIO Y
ECOLOGICO (Nº/100 ml).**

Microorganismos	Manantiales			
	Palafox		Becquer	
	<u>P. emergencia</u>	<u>Agua de Bebida</u>	<u>P. emergencia</u>	<u>Agua de bebida</u>
Coliformes totales	0	0	0	0
Coliformes fecales	0	0	0	0
Estreptococos fecales	0	0	0	0
Esporas <i>Clostridium S.R.</i>	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3	31	0	0
Mohos	5	0	0	0
Levaduras	10	10	0	0
Amonificantes	$7,5 \times 10^4$	$4,8 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$2,4 \times 10^4$
Proteolíticos	$9,0 \times 10^2$	$>2,4 \times 10^6$	$4,8 \times 10^4$	$4,0 \times 10^2$
Amilolíticos	$9,3 \times 10^4$	$9,0 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$	$4,0 \times 10^2$
Sulfato-reductores	0	0	0	0

Tabla 4.- PORCENTAJE DE AISLAMIENTO DE BACTERIAS HETEROTROFAS

Géneros y especies	Manantiales					
	Palafox (55 cepas)*		Becquer (43 cepas)		Agua de bebida	
	P. emergencia	Agua de Bebida	P. emergencia	Agua de bebida	P. emergencia	Agua de bebida
<i>Arthrobacter</i> sp.	30,7	10,3	29,1	17,6	-	-
<i>Bacillus</i> sp.	18,5	13,8	20,8	17,6	-	-
<i>Kurthia</i> sp.	7,4	20,6	8,3	17,6	-	-
<i>Microbacterium</i> sp.	7,4	6,9	8,3	5,9	-	-
<i>Agromyces</i> sp.	7,4	13,8	8,3	11,7	-	-
<i>Micrococcus</i> sp.	22,2	6,9	-	5,9	-	-
<i>Staphylococcus</i> sp.	3,7	-	4,1	5,9	-	-
<i>Cellulomonas</i> sp.	-	3,4	4,1	11,7	-	-
<i>Xanthomonas ampelina</i>	-	10,3	-	-	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3,7	3,4	-	-	-	-
<i>Pseudomonas acidovorans</i>	-	3,4	-	-	-	-
<i>Pseudomonas testasteroni</i>	-	-	-	5,9	-	-
<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	-	3,4	-	-	-	-
<i>Alcaligenes xylosoxydans</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Alcaligenes latus</i>	-	3,4	4,1	-	-	-
<i>Alcaligenes aestus</i>	-	-	4,1	-	-	-
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	-	-	4,1	-	-	-

* Número de cepas aisladas

ANALISIS DE RADIATIVIDAD EN AGUAS DEL BALNEARIO DE FITERO

J. Palomares López, A. Travesí Jiménez,
A. Martínez Lobo

*Instituto de Protección Radiológica y Medio Ambiente
Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas
(CIEMAT).- Avda. Complutense, 22. Ciudad Universitaria.
E-28040 Madrid*

1.INTRODUCCION.

Por encargo de la Comisión de Aguas Minero-Medicinales de la Real Academia de Farmacia, la Unidad de Control Radiológico Externo del Instituto PRYMA ha realizado un estudio exhaustivo de la radiactividad global, y la determinación cuantitativa de los radionúclidos naturales más significativos existentes en las aguas de los dos manantiales que hay en el Balneario de Fitero (Palafox y Becker), consideradas tradicionalmente como dotadas de radiactividad natural.

Como es bien conocido, algunas aguas de los manantiales tienen un carácter radiactivo originado por radionúclidos naturales existentes en los terrenos que dichas aguas han atravesado e incorporado por simple disolución. Estos radionúclidos son los isótopos naturales pertenecientes a las series radiactivas naturales del U-238, Th-232 y U-235. Las medidas de radiactividad global y las determinaciones de radionúclidos se realizaron durante el tercer trimestre del año 1990 en los laboratorios del CIEMAT.

2. ANALISIS DE RADIATIVIDAD.

2.1 Medidas de actividades totales.

Las medidas de las actividades alfa total y beta total se han realizado siguiendo los procedimientos oficiales recomendados en el B.O.E. nº 163 (1).

Como equipo de medida para la actividad alfa total se ha utilizado un contador de centelleo de sulfuro de cinc (Ag) modelo 2007P de la casa CANBERRA.

Para la medida de la actividad beta total se ha utilizado un contador proporcional de flujo de gas modelo Berthold LB-770/2.

Los resultados de las medidas efectuadas sobre muestras de agua del Balneario de Fitero han sido los siguientes:

	PALAFIX	BECKER
- Actividad alfa total	2450 \pm 330 mBq/l	2240 \pm 270 mBq/l
- Actividad beta total	2230 \pm 450 mBq/l	2490 \pm 500 mBq/l
- Radiactividad total	4680 \pm 560 mBq/l	4730 \pm 570 mBq/l

De acuerdo con las normas del citado B.O.E. la radiactividad de una muestra se tomará como suma de las denominadas actividades alfa total y beta total de la citada muestra. La actividad alfa total no incluye el radón libre existente para lo cual se ha normalizado un intervalo de tiempo de dos días desde la terminación de la preparación hasta el comienzo de la medida con objeto de minimizar la contribución de los descendientes sólidos de dicho gas radiactivo.

2.2 Determinación de radionúclidos.

Para la selección de los radionúclidos a determinar cuantitativamente se ha seguido el criterio de elegir en primer lugar el Ra-226 como radionúclido precursor del Rn-222 que es el principal contribuyente de la radiactividad de la serie del U-238, debido a sus descendientes de período de semidesintegración corto, con los cuales alcanza rápidamente el equilibrio. Las restantes radionúclidos seleccionados han sido fundamentalmente aquellos del período de semidesintegración largo, que son los únicos que se pueden determinar en la práctica, aunque se haya roto el equilibrio radiactivo entre los diferentes radionúclidos de las series, como

es lo normal en las aguas debido a la existencia de productos gaseosos (Radón) de gran volatilidad.

Los radionúclidos seleccionados han sido los siguientes: Ra-226 y Ra-224.

Ra-226 y Ra-224

El Ra-226 pertenece a la serie radiactiva del U-238 y es precursor del Rn-222.

El Ra-224 pertenece a la serie radiactiva del Th-232 y es precursor del Rn-220.

La determinación de estos radionúclidos se ha realizado mediante separación radioquímica selectiva del radio con portador de bario y medida de las partículas alfa con un contador de flujo de gas.

El cálculo de las actividades del Ra-226 se realiza mediante un programa de cálculo electrónico para la resolución de un sistema de ecuaciones simultáneas de los resultados de las medidas de la actividad a distintos tiempos desde la separación radioquímica, aprovechando los distintos períodos de semidesintegración de ambos radionúclidos y de sus descendientes.

El procedimiento aplicado de análisis y cálculo viene descrito en la referencia (2).

Th-230

El Th-230 pertenece a la serie radiactiva del U-238 con un período de semidesintegración de 80.000 años por lo que se acumula en las aguas y es posible su detección con gran sensibilidad.

La determinación se ha realizado mediante una separación radioquímica del torio con portador de lantano y medida de la actividad alfa con un contador proporcional de flujo de gas. Esta determinación se ha realizado en los laboratorios de la Unidad de Residuos y el procedimiento seguido viene descrito en (3).

Pb-210

El Pb-210 radionúclido de la serie del U-238 tiene un período de semidesintegración de 22 años. La determinación de este radionúclido se ha realizado mediante una separación radioquímica con portador de plomo y medida de la actividad beta de su descendiente el Bi-210 en un contador proporcional de flujo de gas una vez transcurrido un mes desde la separación radioquímica, tiempo necesario para alcanzar el equilibrio entre ambos radionúclidos. El procedimiento seguido viene descrito en (4).

Po-210

Radionúclido de la serie del U-238 con un período de semidesintegración de 138 días.

La determinación se ha realizado por espectrometría alfa, mediante deposición electrolítica espontánea del polonio en disco de plata.

El procedimiento seguido viene descrito en (5).

Espectrometría gamma

La espectrometría gamma ha confirmado los resultados de los análisis radioquímicos de Ra-226, y no ha revelado la existencia de ningún otro isótopo radiactivo emisor de radiación gamma distinto de los descendientes del Ra-226, por encima del fondo natural radiactivo natural.

El procedimiento seguido viene reflejado en la referencia bibliográfica (6).

3. ANALISIS QUIMICO DE ELEMENTOS RADIATIVOS.

Dado que la radiactividad detectada en el agua del Balneario, procede de los elementos naturales de las series del U-238 y Th-232, se ha considerado conveniente la realización de los análisis químicos de ambos elementos uranio y torio, cabezas de las respectivas series, para cuantificar su presencia en términos de concentración química de cada elemento, lo cual es una manera indirecta de cuantificar la presencia de los radionúclidos de la serie de las aguas, si bien no es posible una cuantificación rigurosa, debida a múltiples causas que pueden alterar los equilibrios radiactivos (diferencias de solubilidad, pérdida de volatilidad, etc.).

En consecuencia se han realizado análisis químicos de uranio y torio, por fluorimetría y plasma, si bien en ambos casos, los resultados han sido inferiores a los límites de detección de métodos reseñados en las referencia (7) y (8), el cual en ambos casos es inferior a $1\mu\text{g/l}$. Estos análisis han sido realizados por la Unidad Operativa de Química.

ANALISIS AGUAS BALNEARIO DE FITERO
Resultados obtenidos

TIPO DE ANALISIS	ACTIVIDAD (mBq/l)	
	Manantial Palafox	Manantial Becker
Alfa Total	2450 ± 330	2240 ± 270
Beta Total	2230 ± 450	2490 ± 360
Ra-226	2276 ± 320	2440 ± 360
Ra-224	< 10	< 10
Pb-210	< 27	< 27
Po-210	5 ± 1	60 ± 5
Uranio	< 1 µg/l	< 1 µg/l
Th-232	< 1 µg/l	< 1 µg/l

4. CONCLUSIONES

En la tabla 1 se indican los resultados obtenidos en las diferentes medidas y en las determinaciones indicadas anteriormente.

Como consecuencia de este estudio se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- 1^a) Los niveles de radiactividad encontrados en las aguas de los dos manantiales del Balneario de Fitero, son bajos, aunque superiores a los que existen en otros balnearios estudiados por nosotros.
- 2^a) Todos los radionúclidos responsables de la radiactividad de las aguas, son isótopos radiactivos naturales pertenecientes a la serie radiactiva natural del U-238.
- 3^a) El nivel de concentración de Ra-226 es lo suficientemente elevado para prever que se pueden producir acumulaciones de Rn-222 en algunos lugares con poca ventilación. En consecuencia se reco-

mienda realizar determinaciones de la actividad del Rn-222 en lugares críticos y estudiar su posible impacto radiológico.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean demostrar su agradecimiento por la colaboración en este trabajo a las Unidades de otros Institutos que han realizado las determinaciones de Th-230 (Unidad de Residuos) y Uranio y Torio (Unidad de Química).

5. BIBLIOGRAFIA

1. MINISTERIO DE RELACIONES CON LAS CORTES Y DE LA SECRETARÍA DEL GOBIERNO. Orden de 1 de julio de 1987 por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis físico químicos para aguas potables y de consumo público *Boletín Oficial del Estado* BOE nº 163 de 1.07.1987 pp.20918-20919.
2. Procedimiento para la determinación de Ra-226 y Ra-224
Procedimiento específico CIEMAT, PR-X2-04
3. Procedimiento para la determinación del Th-230
Procedimiento específico CIEMAT, PR-X2-01
4. Procedimiento para la determinación del Pb-210
Procedimiento específico CIEMAT, PR-X2-05
5. Procedimiento para la determinación de Po-210
Pendiente de publicación
6. Procedimiento para la determinación de emisores gamma
Procedimiento específico CIEMAT, MA/06
7. Determinación de torio en aguas mediante espectroscopía óptica. Procedimiento interno J.E.N. ES0506/I-1
8. Determinación fluorimétrica de uranio en aguas. Procedimiento interno J.E.N. QA0901/N-6

VEGETACION DEL ENTORNO DEL BALNEARIO DE FITERO (NAVARRA)

Ladero, M; ; Valle, C. J.; Santos, M. T.;

Amor, A. y Gonzalez Iglesias, F. J.

Dpto. de Biología Vegetal. Facultad de Farmacia. Universidad de Salamanca. Avda. Campo Charro s/n E.-37007 Salamanca

Báscones J. C

Dirección General del Medio Ambiente. Gobierno de Navarra.

E.-31002 Pamplona

Durante la última quincena del mes de julio de 1989, visitamos el balneario de Fitero para realizar el estudio de la vegetación y flora del entorno del centro termal, siguiendo con el estudio de los balnearios españoles bajo el patrocinio de la Real Academia de Farmacia.

El pueblo de Fitero forma parte de la comarca natural de la Ribera de Tudela, encontrándose situado en el vértice suroccidental de Navarra, en el límite con La Rioja y Zaragoza. Se trata de un municipio que tiene una extensión de 42,7 km² de superficie, estando limitado al norte y este por los términos municipales de Corella, Cintruénigo y Tudela, y al sur y oeste por las provincias de Zaragoza y La Rioja.

El término municipal está recorrido de oeste a este por el río Alhama y a él se une por la margen derecha el arroyo de Añamaza que marca el límite entre el término de Fitero y Cervera del río Alhama.

El territorio está formado por una penillanura que se eleva al oeste, presentando en el pueblo de Fitero una altura de 421 m.s.n.m., en los Baños Nuevos 560 m y los Baños Viejos 574 m; tanto a un lado como otro del río Alhama se presentan cerros escarpados de altitudes variadas, destacando en la parte norte el cerro de La Navillas con 643 m y en la sur La Atalaya de 739 m, Los Cuévanos de 649 m, Las Roscas 637 m, Peña Roya Baja y Alta con 611 m y 639 m y Cerro de Castillo con 568 (ver fig nº 1).

La estratigrafía del territorio es interesantísima por su variedad; siguiendo el Mapa Geológico de España, hoja nº 281, IGME (1982), E. 1:50.000, los sedimentos secundarios ocupan una amplia banda, estando representados por yesos y calizas triásicas, y por calizas, areniscas y margas jurásicas y cretácicas. Los sedimentos terciarios situados en las partes central y oriental del término, ocupan la mayor superficie, estando constituidos por areniscas, arenas, limos, conglomerados y arcillas pertenecientes al Mioceno. Los sedimentos cuaternarios están situados siguiendo las margenes del río Alhama, representados por depósitos aluviales, terrazas y glaciés, y constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas.

Como señala URSUA (1986: 20), la comarca de la Ribera Tudelana debido a su vocación agrícola, presenta una amplia red de estaciones termopluviométricas y entre ellas se encuentra la de Fitero. Según los datos pluviométricos proporcionados por el Instituto Navarro del Suelo (1982) para esta localidad, la precipitación media anual es de 385 mm y la temperatura media anual es de 13,0 °. El cálculo de los índices de Emberger y Gorezynski, sitúan a Fitero dentro de un clima mediterráneo semiárido de tendencia continental. Los datos ombrotérmicos presentados por URSUA (l. c: 37), los hemos utilizado para el cálculo del piso bioclimático y tipo de ombroclima, siguiendo a RIVAS-MARTINEZ (1987), lo cual nos lleva a considerar a Fitero dentro del piso bioclimático mesomediterráneo superior, al presentar un valor para el índice de térmicidad de $I_t=240$. En cuanto al tipo de ombroclima, se sitúa en el seco inferior.

Vegetación

Los datos geológicos, termo y ombroclimáticos nos permiten deducir que la vegetación potencial del territorio corresponde a un encinar basófilo, mesomediterráneo de ombroclima seco y distribución castellano-aragonesa, definido por la serie de vegetación *Bupleuro rigidae-Querceto*

rotundifoliae sigmetum y cuya etapa madura es un encinar correspondiente a la asociación *Quercetum rotundifoliae*. También es posible que en algunas solanas muy soleadas y escarpadas, la vegetación corresponda a un coscojar incluíble en la serie mesomediterránea semiárida de distribución murciano-aragonesa, *Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae* sigmetum, aunque es difícil poder definirse sobre este aspecto. Nosotros entendemos que Fitero se encuentra por su ombroclima dentro del piso mesomediterráneo seco y la presencia o ausencia de *Juniperus phoenicea* como señala RIVAS-MARTINEZ (1987: 117), entendemos que no es un factor definidor de los coscojares climáticos frente a los seriales. En ciertas umbrías frescas, como sucede en el cerro de las Las Roscas, se presenta un coscojar-espinal enriquecido por la presencia de *Spiraea hypericifolia*, subsp. *obovata*, esto no quiere decir que se trate de una etapa serial del encinar supramediterráneo riojano-estellés y definido por la asociación *Spiraeo hispanicae-Quercetum rotundifoliae*. Consideramos que en este territorio no se dan los factores propios de este tipo de encinares, como son: ombroclima subhúmedo-húmedo y termoclima supramediterráneo. La presencia de *Spiraea hypericifolia* subsp. *obovata* en el término de Fitero, hemos comprobado que está ligada a la humedad edáfica, al desarrollarse tanto en el borde de algunas acequias como en la base de los riscos, por un proceso de escorrentía.

Las hidroseries riparias asentadas a lo largo del río Alhama sobre terrenos aluviales de vega y en los cascajares de su actual cauce, están representadas en cuanto a las etapas maduras por las choperas de la serie *Rubio tinctorae-Populeto albae* sigmetum y saucedas de la serie *Saliceto triandro-neotrichae* sigmetum, a la que acompaña los tarayares no halófilos. incluíbles en la asociación *Tamariscetum gallicae*.

Series climatófilas.

Para ordenar la presente comunicación, hablaremos primero de las series climatófilas, de acuerdo con su presencia mayor o menor en el territorio iniciándolas con las etapas maduras, posteriormente se comentarán las etapas seriales más representativas en orden decreciente, desde los

matorrales preclimáticos hasta los pastizales. Completaremos esta exposición con las hidroseries riparias siguiendo el mismo esquema

Serie mesomediterránea castellano-aragonesa seca basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*) *Bupleuro rigidae-Querceto rotundifoliae* sigmetum

La serie mesomediterránea castellano-aragonesa de las carrasca, es sin duda alguna la que ocupa mayor extensión en la Península Ibérica. Tiene como características principales el desarrollarse bajo un ombroclima seco y unos suelos ricos en bases, fundamentalmente carbonatos. La etapa madura de la serie está definida por la asociación *Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl., & O. Bolós 1957. Corresponde a los carrascales y en el territorio su representación actual es escasa, quedando acantonada en las partes superiores de los Cuévanos, La Atalaya y Peña Roya Alta y Baja, es decir se sitúa alrededor de los 600 m s.n.m, esto no quiere decir que no haya ocupado cotas inferiores en otras épocas, pero el cultivo y el aprovechamiento ganadero pueden ser algunas de las causas de su estado actual de desarrollo. Forma un matorral de dos a tres metros muy denso dominado por *Quercus rotundifolia* y asentado sobre calizas jurásicas y cretácicas. Los suelos más o menos profundos corresponden a cambisoles cálcicos. Como ejemplo de este tipo de formación presentamos un inventario levantado en la cuerda de Cuévanos, Alt.: 620 m.s.n.m., Cobertura: 90%, Area 100 m².- Característica de asociación y unidades superiores: *Quercus rotundifolia* 3.3, *Juniperus oxycedrus* 1.2, *Juniperus phoenicea* 3.3, *Quercus coccifera* 2.2, *Rhamnus lycioides* subsp. *lycioides* 2.2, *Carex halleriana* 1.1, *Bupleurum rigidum* 1.1, *Rubia peregrina* 1.1, *Jasminum fruticans* +. Compañeras: *Cistus salvifolius* 1.1, *Cistus clusii* 1.1.

Al comparar este inventario con los presentados en la tabla nº 58 por URSUA (l. c: 587) se aprecia su similitud, aunque faltan elementos

tan característicos como *Arbutus unedo*, *Epipactis helleborine* y *Osyris alba*, evidentemente más mesofíticos.

La etapa serial arbustiva constituida por fanerófitos esclerófilos a veces espinescentes, está bien definida en el término de Fitero. Se presenta bajo dos aspectos, una de coscojar típico en zonas llanas y laderas poco inclinadas y otra propia de laderas abruptas y pedregosas bajo el aspecto de sabinar, como sucede en la ladera este de Peña Roya, donde la sabina mora llega a dominar frente a los demás elementos arbustivos. Como ejemplo de este tipo de comunidades, presentamos el siguiente inventario levantado en la ladera sur de Peña Roya Baja. Altitud 620 m.s.n.m; Cobertura: 70%, Area: 100 m². Características de asociación y unidades superiores: *Juniperus phoenicea* 3.3, *Juniperus oxycedrus* 1.1, *Rhamnus lycioides* subsp, *lycioides* 1.2, *Rhamnus alaternus* var. *parvifolia* 1.2, *Quercus coccifera* 1.1, *Carex halleriana* 1.1, *Vincetoxicum hirudinaria* 1.1. Compañeras: *Rosmarinus officinalis* 2.2, *Genista scorpius* 1.1, *Bupleurum fruticoscens* 1.1, *Helianthemum syriacum* subsp *thibaudii* +.2, *Thymus vulgaris* +, *Ononis pusilla* +.

En las caras norte de algunos de estos cerros, como sucede en la Peña Roya Baja, el sabinar se ve enriquecido por algún elemento mesofítico, como es el caso de *Jasminum fruticans*, observándose también una mayor cobertura del matorral esclerófilo y la abundancia de *Juniperus oxycedrus*. Las zonas de contacto entre las calizas cretácicas y jurásicas con los yesos, se ponen de manifiesto por la presencia de elementos gipsófitos en el matorral, como es caso de *Ononis tridentata*.

Teóricamente una etapa serial de esta serie que debiera tener representación en Fitero, sería el retamar de *Genisto scorpii-Retametum sphaerocarphae*, por el contrario no hemos encontrado ningún retazo de esta asociación.

Las etapas seriales mejor constituidas dentro de la serie basófila de la encina corresponden a los matorral-tomillares de la clase *Ononido-Rosmarinetea*. Se desarrollan sobre suelos más o menos decapitados,

diferenciándose bien dependiendo del sustrato, ya sean calizas o yesos. Son comunidades muy uniformes y de una gran diversidad florística.

Sobre los suelos calizos se desarrollan los romerales, matorrales dominados por caméfitos y nanofanerófitos. Se trata de suelos principalmente margosos y pedregosos ricos en carbonatos, en laderas de lomas y cerros de todo el término de Fitero. Por la continentalidad que presenta el territorio, sólo hemos podido inventariar como elemento termófilo *Cistus clusii*, faltando otros de distribución litoral como pueden ser *Centaurea linifolia* o *Globularia alypum*. Estos romerales se incluyen dentro de la alianza *Rosmarino-Ericion*, correspondiendo a la asociación *Rosmarino-Linetum suffruticosi*. En las zonas de contacto entre las calizas y los yesos, la comunidad se enriquece en elementos gipsófilos como *Ononis tridentata*, *Helianthemum squamatum* o *Gypsophila hispanica*.

Como ejemplo de la asociación *Rosmarino-Linetum suffruticosi* presentamos un inventario levantado en la umbría de Cuévaros, sobre suelos pedregosos calizos. Exposición: Norte, Altura: 600 m.s.n.m, Cobertura: 70%, Area: 100 m². Características de asociación y unidades superiores: *Rosmarinus officinalis* 2.3, *Linum suffruticosum* 1.1, *Cistus clusii* 2.2, *Genista scorpius* 1.2, *Lavandula latifolia* 1.1, *Atractylis humilis* 1.1, *Helianthemum syriacum* subsp. *thibaudi* 1.1, *Teucrium capitatum* 1.1, *Salvia lavandulifolia* 1.2, *Fumana ericoides* 1.1, *Thymus zygis* +, *Teucrium aragonense* 1.1, *Koeleria vallesiana* +, *Thymus vulgaris* 1.1, *Sideritis linearifolia* 1.1, *Bupleurum frutescens* 1.1, *Cistus albidus* 1.1, *Helianthemum cinereum* subsp. *rubellum* +, *Dianthus hispanicus* +. Elementos de *Gypsophiletalia*: *Herniaria fruticosa* 1.1, *Helianthemum squamatum* 1.1, *Gypsophila hispanica* +.1. Compañeras: *Coris monspeliensis* 1.1, *Chaerolophus intybaceus* 1.1.

En toda la banda de yesos triásicos situados en la parte occidental del término de Fitero, se desarrolla un matorral abierto con mayor o menor cobertura dependiendo de la profundidad de los suelos, e incluye

en el orden *Gypsophiletalia*. Los suelos yesíferos son medios selectivos para un elevado número de vegetales, siendo escasos y muy específicos los que pueden desarrollarse en estos biotopos. Para nosotros son gipsófitos estrictos *Ononis tridentata*, *Herniaria fruticosa* y *Helianthemum squamatum* y su presencia en matorrales calizos nos indican el afloramiento de yesos. En estos matorrales dependiendo de la profundidad de los suelos, se reconocen dos asociaciones, sobre los suelos margoso-yesosos se desarrolla la comunidad *Ononidetum tridentati* y en los suelos esqueléticos y yesos pulverulentos prospera la asociación de tomillar *Helianthemum squamosi*, ambas están incluidas dentro de la alianza *Gypsophilion hispanicae*. Estas comunidades son etapas seriales de los antiguos encinares y coscojares ya comentados más arriba.

La asociación *Ononidetum tridentatae* corresponde a una matorral de talla media dominado por *Ononis tridentata*, en el territorio tiene una amplia representación en las laderas del Cerro del Baño, Peña Roya y Cuévanos. Como ejemplo de esta comunidad presentamos un inventario levantado en el Cerro del Baño.

Altura: 520 m.s.n.m, Cobertura: 60%, Area: 100 m² Características de asociación y unidades superiores: *Ononis tridentata* 2.3, *Gypsophila hispanica* 2.2, *Helianthemum squamatum* 2.3, *Herniaria fruticosa* 1.2, *Launaea pumila* 1.1, *Matthiola fruticulosa* 1.1, *Sedum sediforme* 1.1, *Rosmarinus officinalis* 1.1, *Genista scorpius* 1.1, *Teucrium capitatum* 1.1, *Koeleria vallesiana* 1. 1, *Sideritis linearifolia* +. Compañeras: *Quercus coccifera* +.

Sobre los suelos esqueléticos yesosos donde afloran los yesos cristalinos o en zonas donde se acumula el yeso pulverulento, se instala un tomillar de escasa cobertura que representa la etapa más degradada de los matorrales gipsícolas incluidos en la alianza *Gypsophilion hispanicae*. Este tomillar fue definido por BRAUN-BLANQUET & O. BOLOS como *Helianthemum squamati*. Los suelos según URSUA (l. c: 568) corresponden a regosoles y xerosoles en fase yesosa. Presentan como plantas características *Helianthemum squamatum*, *Herniaria fruticosa*, *Launaea*

pumila y *Launaea resedifolia*. Como ejemplo de esta asociación presentamos un inventario levantado en la base del Cerro del Baño, sobre litosuelos yesíferos. Exposición Oeste, Cobertura: 50 %, Area: 10 m² Plantas características de asociación y unidades superiores: *Helianthemum squamatum* 2.3, *Herniaria fruticosa* 2.2, *Odontites longiflora* 1.1, *Launaea pumila* 1.1, *Launaea resedifolia* 1.1, *Gypsophila hispanica* 1.1, *Thymus zygis* 1.1, *Helianthemum syriacum* subsp. *thibaudi* 2.2, *Fumana ericoides* 1.1, *Rosmarinus officinalis* 1.1, *Helichrysum stoechas* 1.1, *Sedum sediforme* 1.1, *Helianthemum cinereum* subsp. *rubellum* +. compañeras: *Coris monspeliensis* 2.2, *Avena bromiodes* +, *Convolvulus lineatus* 1.1, *Plantago albicans* 1.2, *Limonium echioides* +.

Entre las etapas de sustitución de romerales y tomillares en el territorio, pudimos encontrar en aceptable grado de conservación los pastizales xerofíticos no nitrófilos incluíbles en la alianza *Stipion tenacissimae*, definidos como lastonares y los matorrales nitró-halófilos de suelos removidos y matorrales muy pastoreados, definidos como ontinares o sisallares, e incluidos dentro de la alianza *Salsolo-Peganion*.

Los lastonares se encuentran bien representados en el Cerro del Baño y en la umbría de Las Navillas, son pastizales de aspecto graminoide que se asientan en los claros de pinares, coscojares y romerales; están formados fundamentalmente por *Brachypodium retusum* y *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*. Su óptimo lo hemos observado sobre suelos pedregosos calizos en exposiciones de umbría. En este territorio hemos inventariado la asociación *Ruto-Brachypodietum retusi*. Como ejemplo de la misma presentamos un inventario levantado en el Cerro del Baño, con las siguientes características. Altura 560 m.s.n.m., Cobertura: 80%, Area: 20 m². Características de asociación y unidades superiores: *Brachypodium retusum* 3.4, *Dactylis hispanica* 2.2, *Ruta angustifolia* 1.1, *Plantago albicans* 1.2, *Avena bromoides* +, *Stipa parviflora* 1.1, *Convolvulus lineatus* 1.1, *Melica magnolii* 1.1, *Medicago sativa* 1.1, Compañeras: *Leuzea conifera* 1.1, *Crepis taraxacifolia* 1.1, *Ononis pusilla* 1.1,

Teucrium capitatum +.2, *Helichrysum stoechas* 1.1, *Atractylis humilis* +, *Centaurea aspera* +, *Silene mellifera* +.1, *Conyza canadensis* +.

En los bordes de caminos sobre suelos removidos ricos en yesos, en baldíos, romerales y tomillares muy pastoreados sobre suelos calizos profundos, se instalan los sisallares u ontinares dependiendo de la especie dominante en la comunidad *Salsola vermiculata* o *Artemisia herba-alba* respectivamente; se trata de una formación vegetal con aspecto grisáceo y constituida por caméfitos almohadillados, la cual fue definida por BRAUN-BLANQUET & O. BOLOS (1957) como *Salsola vermiculatae-Artemisietum herba-albae*. Hemos observado que en los bordes de caminos sobre suelos removidos ricos en yesos, la comunidad se ve enriquecida en *Camphorosma monspeliaca*, mientras que en baldíos y romerales este elemento falta por completo. Como ejemplo de esta comunidad, presentamos un inventario levantado en en la base del Cerro del Baño en los taludes de la carretera de Alfaro. Altura: 550 m, Cobertura 90%, Exposición: noroeste, Area: 10·m². Características de asociación y unidades superiores: *Salsola vermiculata* 3.4, *Artemisia campestris* 2.2, *Artemisia herba-alba* 1.2, *Camphorosma monspeliaca* 1.2, *Kochia scoparia* 1.2. Compañeras: *Centaurea aspera* 1.1, *Medicago sativa* 1.1, *Helichrysum stoechas* 1.1, *Helianthemum pilosum* 1.1, *Linum suffruticosum* +, *Leuzea conifera* +, *Bupleurum fruticosum* +, *Atractylis humilis* +, *Lithospermum fruticosum* +, *Lygeum spartum* +, *Coris monspeliensis* +, *Helianthemum syriacum* subsp. *thibaudi* +. Esta comunidad de sisallar en suelos muy escarpados permite la penetración en gran proporción de elementos como *Lygeum spartum*, ello no nos permite afirmar que estemos delante de un albardinar de la alianza *Eremopyro-Lygeion*. Por el contrario los sisallares al aumentar la humedad se ven enriquecidos por elementos halófilos como *Sueda vera* y *Limonium catalaunicum*.

Como un apéndice de las comunidades climatófilas hemos de señalar la vegetación asentada en las fisuras de las rocas que coronan los cerros calizos que rodean el Balneario de Fitero. Debido a la xericidad, estas comunidades son pobres en pteridofitos y únicamente *Ceterach*

officinarum y *Asplenium ruta-muraria* han sido encontradas en nuestras pesquisas. Como señala URSUA (l. c.: 517), las plantas que forman estas comunidades estan muy bien adaptadas a la sequía y a la fuerte insolación, sobre todo aquellas que se instalan en las exposiciones de solana. Estas comunidades rupícolas se encuadran dentro del orden *Asplenietalia petrarchae* y de la alianza *Asplenion petrarchae*. Son especies características de estas formaciones en el territorio: *Phagnalon sordidum* y *Jasonia glutinosa*, junto a *Galium album* y *Polygala rupestris*. Estudiados los inventarios levantados en las Peñas Royas, Las Rocas, Cuévanos, Las Navillas, el Cerro del Saco, consideramos que la comunidad aquí representada corresponde a la asociación *Jasiono-Linarietum cadevalii*. Como ejemplo de esta asociación presentamos un inventario levantado en el Cerro del Saco frente al Balneario sobre calizas jurásicas. Altura: 616 m.s.n.m., Exposición: Oeste, Cobertura 30%, Area: 1 m². Características de asociación y unidades superiores: *Jasonia glutinosa* 3.3, *Phagnalon sordidum* 2.2, *Sedum brevifolium* 1.1, *Melica minuta* 1.1, *Galium album* 1.1. Compañeras: *Sedum sediforme* 1.1, *Polygala rupestris* 1.1, *Antirrhinum barrelieri* 2.2, *Thymus vulgaris* +, *Fumana ericoides* 1.1.

Series edafófilas.

Las vegas del río Alhama asentadas sobre sobre depósitos aluviales y el cauce del propio río formado por conglomerados y arenas, son ecótopos donde se encuentra perfectamente representada la vegetación riparia de la Región Mediterránea. Sobre los suelos arcillosos ricos en bases con compensación edáfica debieron ocupar gran extensión las choperas o alamedas, en la actualidad reducidas a bordes de acequias y desagües. Se trata de una vegetación de galería desarrollada sobre fluvisoles, la cual presenta una composición florística pobre y heterogénea. Son especies indicadoras entre otras: *Populus alba*, *Fraxinus angustifolia*, *Rubia tinctorum*, *Ulmus minor*, *Cucubalus baccifer*, *Humulus lupulus*. Estas comunidades riparias están perfectamente adaptadas a los aportes de materiales por el río durante las avenidas. Estudiada su composición

florística y las condiciones ecológicas, consideramos que deben ser asignadas a la asociación *Rubio tinctoriae-Populetum albae* y de la cual incluimos un inventario muy similar a los presentados por BRAUN-BLANQUET & O. BOLOS (1957) y URSUA (l. c.: 582). Vega del río Alhama a la altura del Cerro del Castillo, Altura: 425 m.s.n.m, Cobertra :100%, Area : 100 m². Características de asociación y unidades superiores: *Populus alba* 2.2, *Salix alba* 3.4, *Ulmus minor* 1.2, *Humulus lupulus* 1.2, *Fraxinus angustifolia* +.2, *Populus nigra* 2.2, *Populus canescens* 1.1, *Rubia tinctorum* 2.2, *Rubus ulmifolius* 2.2, *Rubus caesius* 1.1. Compañeras: *Glycyrrhiza glabra* 2.3, *Equisetum telmateia* 2.3, *Euphorbia characeas* 1.1, *Arctium minus* +, *Althaea officinalis* 1.1, *Urtica dioica* +, *Solanum dulcamara* 1.1.

Como etapas seriales más representativas de esta serie edafófila, hemos de consignar las orla espinosa perteneciente al orden *Prunetalia spinosae* y alianza *Pruno-Rubion ulmifolii*, caracterizada por la presencia casi exclusiva de *Rubus ulmifolius*, lo cual nos indica el grado de alteración a que están sometidas. Las comunidades nitrófilas vivaces incluíbles en la clase *Artemisietea vulgaris*. están ampliamente representadas en las vegas del río Alhama, tanto en los márgenes del río como a lo largo de acequias y canales de riego y desagüe. Dentro de esta unidad fitosociológica, hemos reconocido dos tipos de comunidades, una representada por una vegetación herbácea escandente perteneciente al orden *Calystegietalia sepium*, que recubre la orla espinosa de los zarzales y trepa sobre chopos y sauces, y otra formada por herbazales vivaces incluíble en el orden *Artemisietalia vulgaris*.

Las comunidades escandentes del orden *Calystegietalia sepium* están constituidas por un número muy reducido de especies aunque dan a la fitocenosis una gran vistosidad. Son especies características de esta formación vegetal en el territorio: *Calystegia sepium* y *Cynanchum acutum* a los que acompañan elementos tan interesantes como: *Humulus lupulus* y *Bryonia dioica*. Como ejemplo de este tipo de comunidades presentamos un inventario levantado en la base del Cerro del Castillo, en la orla espinosa que rodea las alamedas antes comentadas y donde los zarzales

monoespecíficos de *Rubus ulmifolius* están cubiertos por la vegetación escandente. Altura: 425 m.s.n.m. Cobertura 100%, Area: 20 m². Características de asociación y unidades superiores: *Calystegia sepium* 3.3, *Cynanchum acutum* 2.2, *Urtica dioica* +.2, *Sambucus ebulus* 1.1, *Solanum dulcamara* 2.3, *Dorycnium rectum* 1.2 Compañeras: *Rubus ulmifolius* 5.5, *Bryonia dioica* 1.1, *Humulus lupulus* 1.1, *Lythrum salicaria* 1.1, *Althaea officinalis* 1.2, *Melilotus alba* +.2, *Eupatorium cannabinum* 1.1, *Phalaris arundinacea*+

Los herbazales vivaces nitrófilos, asentados sobre suelos profundos ricos en bases y compensados edáficamente, de bordes de acequias y caminos a lo largo de toda la vega del río Alhama, pertenecen a la asociación *Urtico-Sambucetum ebuli*, de la cual presentamos el siguiente inventario levantado en el camino de la Vega. Altura: 425 m, Cobertura: 100%. Area: 10 m². Características de asociación y unidades superiores: *Sambucus ebulus* 4.5, *Urtica dioica* 1.1, *Calystegia sepium* 2.2, Compañeras: *Kochia scoparia* 1.2, *Rubia tinctorum* 3.3, *Elymus repens* 2.2, *Picris echioides* 1.1, *Lactuca serriola* 1.1, *Foeniculum vulgare* 1.1, *Equisetum ramosissimum* 3.3, *Pulicaria dysenterica* +.

En las orillas del río Alhama e incluso en el mismo cauce se asientan las saucedas y tarayares. En cuanto a las primeras se trata de comunidades pioneras de 2-3 metros de altura y gran densidad, las cuales sufren las inundaciones estacionales a la vez que protegen a las choperas y alamedas de la fuerza de la corriente. Está definida esta fitocenosis por la presencia de diversas especies de *Salix*, entre las que destacamos *Salix fragilis*, *Salix purpurea*, *Salix triandra*. En cuanto a los tarayares son formaciones densas y pobres en especies, presididas casi exclusivamente por *Tamarix gallica*. Se asientan sobre suelos profundos en algunos de los brazos del río, sobre el mismo lecho, cuando están sometidos a un fuerte estiaje. Estas formaciones vegetales presentes en los grandes ríos de la Región Mediterránea, pertenecen a la alianza *Tamaricion africanae* y a la asociación *Tamaricetum gallicae*; estos bosquetes están acompañados por

elementos higrófilos propios de *Phragmitetea* como: *Lythrum salicaria*, *Althaea officinalis*, *Eupatorium cannabinum*, etc.

En contacto con esta vegetación arborescente sobre los canturrales del lecho se instalan las comunidades de *Andryaletalia ragusinae* definidas por la asociación *Andryalietum ragusinae*. En las márgenes del río desprovistas de vegetación arbolada y suelos compactos se instalan las praderas juncales pertenecientes a la alianza *Molinio-Holoschoenion* y más concretamente a la asociación *Cirsio-Holoschoenetum*, dejando en sus claros los trebolares presididos por *Trifolium fragiferum* y pertenecientes a la asociación *Trifolio fragiferi-Cynodontetum*.

Para completar el comentario sobre la vegetación higrófila, es necesario indicar que en el fondo de los barrancos con humedad constante y un marcado carácter salino, se asientan ciertos juncales halófilos incluidos en la alianza *Juncion maritimi* y encuadrados en la asociación *Schoeno-Plantaginetum maritimae*. Se trata de áreas pequeñas pero no por ello menos interesantes, ya que sirven de cobijo a elemento halófilos como *Plantago maritima*, *Shoenus nigricans* y *Elymus elongatus*. Como ejemplo de la asociación, presentamos un inventario levantado en la base del Cerro del Baño. Altura 540 m., Cobertura: 100% Area; 10 m²; Características de asociación y unidades superiores: *Shoenus nigricans* 2.2, *Plantago maritima* 2.2, *Limonium catalaunicum* 1.1, *Dorycnium gracile* 1.1, *Sonchus maritimus* 1.1, Compañeras: *Brachypodium phoenicoides* 2.3, *Scirpus holoschoenus* 2.3, *Festuca arundinacea* 1.1, *Convolvulus arvensis* 1.1, *Medicago sativa* +.

Comentarios sobre la flora

La flora de los alrededores del Balneario de Fitero fue estudiada por Tomás Lletget y Cayla en 1870; con el asesoramiento de botánicos tan eminentes como Loscos y Pardo. Junto a este estudio, en 1986 Carmen. Ursúa ha recorrido estos mismos parajes y fruto de ellos ha sido su tesis doctoral realizada bajo la dirección de uno de nosotros, Prof. Juan Carlos Bascones. Por tal motivo son pocas las novedades que

podemos aportar a la flora de término de Fitero. Del amplio catálogo publicado por Lletget unicamente ponemos en duda la presencia en Fitero de plantas tales como: *Arnica montana* L., *Aster alpinus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Lavandula spica* L., *Juniperus sabina* L. y *Equisetum palustre* L. En cuanto al amplio catálogo de Carman Ursúa, resaltar la presencia de algunas plantas recolectadas por nosotros que sirven para ampliar su area dentro de la provincia de Navarra, tales como: *Limonium catalaunicum* (Willk. & Costa) Pignatti, *Silene otites* (L.) Wibel, *Elymus elongatus* (Hosk) Runemark, *Sideritis spinulosa* Barnades ex Asso, *Centaurea x pouzinii* DC., *Dorycnium rectum* (L.) Ser., *Populus canescens* (Aiton) Sm.

Esquema sintaxonómico de las comunidades vegetales reconocidas en Fitero.

Phragmitetea R. Tx. & Preising 1942

Phragmitetalia W. Koch 1926

Phragmition W. Koch 1926 em. Br.-Bl. 1931

Typho-Scirpetum tabernaemontani Br. -Bl. & O. Bolós 1957

Glycerio-Sparganion Br.-Bl. & Sissing in Boer 1942

Helosciadetum nodiflori Br.-Bl. 1931

Juncetea maritimi Br.-Bl. (1.931) 1952

Juncetalia maritimi Br.-Bl. 1931

Juncion maritimi Br.-Bl. 1931

Schoeno-Plantaginetum maritimi Rivas-Mart. 1984

Frankenietea pulverulentae Rivas-Mart. in Rivas-Mart. & Costa 1976

Frankenietalia pulverulentae Rivas-Mart. in Rivas-Mart. & Costa 1.976

Frankenion pulverulentae Rivas-Mart. in Rivas-Mart. & Costa 1.976

Parapholi-Frankenietum pulverulentae Rivas-Mart. ex Castroviejo & Porta 1976

Ruderali-Secalieta Br.-Bl. 1936

Chenopodietalia muralis Br.-Bl. 1936 *em.* O. Bolós 1962

Chenopodion muralis Br.-Bl. 1936 *em.* O. Bolós 1967

Atriplici roseae-Salsoletum ruthenicae Rivas-Mart. 1978

Artemisietea vulgaris Lohmeyer, Preising & R. Tx. 1950 *em.* Lohmeyer & al. 1962

Calystegietalia sepium R. Tx. 1950

Cynancho-Calystegion sepium Rivas-Goday & Rivas-Mart. 1963

Artemisietalia vulgaris Lohmeyer, Preising & R. Tx. 1947

Arction (R. Tx. 1937) Sissing 1946 *em.* Lohmeyer & Oberd. 1977

Urtico-Sambucetum ebuli Br.-Bl. 1952

Pegano-Salsoletea Br.-Bl. & O. Bolós (1954) 1957 *ampl.* Peinado & Martínez Parras 1984

Salsolo-Peganetalia Br.-Bl. & O. Bolós (1954)1957

Salsolo-Peganion Br. Bl. & O. Bolós (1954)1957

Salsolo vermiculatae-Artemisietum herba-albae (Br.Bl. & O. Bolós (1957)

O. Bolós 1967

Ferulo-Diplotaxidetum virgatae Br.-Bl. & O. Bolós 1957

Onopordetea acanthii Br.-Bl. 1.964 *em.* Rivas-Mart. *in* Ladero, Navarro & Valle, 1983

Scolymo hispanici-Onopordetalia nervosi Rivas-Mart. *in* Ladero, Navarro & Valle 1983

Onopordion nervosi Br. Bl. & O. Bolós 1957 *corr.* Rivas-Mart. 1975

Asplenietea trichomanis (Br.-Bl. *in* Meier & Br.-Bl. 1943) Oberdorfer 1977

Asplenietalia petrarchae Br.-Bl. & Meier 1934

Asplenion petrarchae Br.-Bl. & Meier 1934

Jasonio-Linarietum cadevallii A. & O. Bolós 1959

Adiantetea Br.-Bl. 1947

Adiantetalia Br.-Bl. 1931

Adiantion Br.-Bl. 1931

Eucladio-Adiantetum Br.-Bl. 1931

Thlaspietea rotundifolii Br.-Bl. 1947

Andryaetalia ragusinae Rivas Goday & Rivas-Mart. 1963

Andryalo-Glaucion Br.-Bl. 1947 *em.* O. Bolós 1962

Andryaletum ragusinae Br.-Bl. & O. Bolós 1957

Lygeo-Stipetea Rivas-Martínez 1977

Lygeo-Stipetalia Br.-Bl. & O. Bolós (1954) 1957 *em.* Rivas-Mart. 1977

Eremopyro-Lygeion Br.-Bl. & O. Bolós 1957 *em.* Rivas-Mart. 1977

Lygeo-Stipetum lagascae Br.-Bl. & O. Bolós 1957

Festuco-Brometea Br.-Bl. & R. Tx. 1943

Brachypodietalia phoenicoidis (Br.-Bl. 1931) Molinier 1934

Brachypodion phoenicoidis Br.-Bl. 1931

Molinio-Arrhenatheretea Tx. 1937

Holoschoenetalia Br.-Bl. (1931) 1937

Molinio-Holoschoenion Br.-Bl. (1931) 1947

Cirsio-Holoschoenetum Br.-Bl. 1931

Plantaginetalia majoris Tx. & Preising *in* Tx. 1950

Trifolio-Cynodontion Br.-Bl. & O. Bolós 1957

Trifolio-Cynodontetum Br.-Bl. & O. Bolós 1957

Ononido-Rosmarinetea Br.-Bl. 1947

Rosmarinetalia officinalis Br.-Bl. (1931) 1952

Rosmarino-Ericion Br.-Bl. 1931

Rosmarino-Linetum suffruticosi Br.-Bl. & al. 1935

Gypsophiletalia (Bellot 1952) Bellot & Rivas Goday 1956

Gypsophylon hispanicae Br.-Bl. & O. Bolós 1957
Helianthemetum squamati Br.-Bl. & O. Bolós 1957
Ononidetum tridentatae Br.-Bl. & O. Bolós 1957

Nerio-Tamaricetea Br.-Bl. & O. Bolós 1957
Tamaricetalia Br.-Bl. & O. Bolós 1957 *em.* Izco, Fernández & Molina
1984
Tamaricion africanae Br.-Bl. & O. Bolós 1957
Tamaricetum gallicae Br.-Bl. & O. Bolós 1957

Salicetea purpureae Moor 1958
Salicetalia purpureae Moor 1958
Salicion triandro-neotrichae Br.-Bl. & O. Bolós 1957
Salicetum neotrichae Br.-Bl. & O. Bolós 1957

Quercu-Fagetea Br.-Bl. & Viliager 1937
Populetales Br.-Bl. 1931
Populion albae Br.-Bl. 1931
Rubio-Populetum albae Br.-Bl. & O. Bolós 1957
Prunetalia spinosae R. Tx. 1952
Pruno-Rubion ulmifolii O. Bolós 1954

Quercetea ilicis Br.-Bl. 1947
Quercetalia ilicis Br.-Bl. 1936 *em.* Rivas-Mart. 1975
Quercion ilicis Br.-Bl. (1.931) 1936 *em.* Rivas-Mart. 1975
Bupleuro rigidi-Quercetum rotundifoliae Br.-Bl. & O. Bolós 1957
Rivas-Mart. 1975
Pistacio-Rhamnetalia alaterni Rivas Martínez 1975
Rhamno-Quercion cocciferae Rivas Goday 1964 *em.* Rivas-Mart. 1975
Rhamno-Quercetum cocciferae Br.-Bl. & O. Bolós 1957
cocciferetosum Br.-Bl. & O. Bolós 1957
pistacietosum Br.-Bl. & O. Bolós 1957

Bibliografía.

- (1) BRAUN-BLANQUET, J. & BOLOS, O (1957). Les groupements végétaux du Bassin Moyen de l'Ebre et leur dynamisme. *Anales Est. Exp. Aula Dei*, 5(1-4): 1-226.
- (2) ELOSEGUI ALDASORO, J. & C. URSUA SESMA (1990). *Las Bardenas Reales*. Depto. Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente. Gobierno de Navarra. 63 págs. Pamplona.
- (3) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME).-(1982.)-Mapa geológico de España a escala 1:50.000, Hojas de Cervera del río Alhama (281). Madrid
- (4) LLEGET Y CAYLA, T.(1870). Monografía de los Baños y Aguas termo-medicinales de Fitero. IV. *Vegetación*: 18-70. Barcelona.
- (5) RIVAS-MARTINEZ, S-(1987). *Memoria del mapa de las series de Vegetación de España*. I.C.O.N.A, Madrid
- (6) URSUA SESMA, C (1986). *Flora y vegetación de la Ribera Tudelana*. Tesis Doctoral. Pamplona (inédita).

Bibliografía.

- (1) BRAUN-BLANQUET, J. & BOLOS, O (1957). Les groupements végétaux du Bassin Moyen de l'Ebre et leur dynamisme. *Anales Est. Exp. Aula Dei*, 5(1-4): 1-226.
- (2) ELOSEGUI ALDASORO, J. & C. URSUA SESMA (1990). *Las Bardenas Reales*. Depto. Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente. Gobierno de Navarra. 63 págs. Pamplona.
- (3) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME).-(1982.)-Mapa geológico de España a escala 1:50.000, Hojas de Cervera del rio Alhama (281). Madrid
- (4) LLEGET Y CAYLA, T.(1870). Monografía de los Baños y Aguas termo-medicinales de Fitero. IV. *Vegetación*: 18-70. Barcelona.
- (5) RIVAS-MARTINEZ, S-(1987). *Memoria del mapa de las series de Vegetación de España*. I.C.O.N.A, Madrid
- (6) URSUA SESMA, C (1986). *Flora y vegetación de la Ribera Tudelana*. Tesis Doctoral. Pamplona (inédita).

RESEÑA GEOLOGICA E HIDROLOGICA DE LOS BAÑOS DE FITERO (NAVARRA)

Miguel del Pozo Gómez, Juan I. Pinuaga Espejel
Instituto Tecnológico GeoMinero de España
C/ Rios Rosas, 23.- 28003 Madrid

Miguel García La Presta
Estudios y Proyectos Técnicos Industriales S.A.
Paseo Fernando el Católico, 61.- 50006 Zaragoza

GEOLOGIA

Los manantiales de los Baños de Fitero, situados en la margen izquierda del río Alhama junto a su confluencia con el Linares se enmarcan en el borde oriental de la Sierra de Carmeros perteneciente al Sistema Ibérico, en la zona de contacto con la Depresión del Ebro.

Dicha sierra está constituida por materiales del Jurásico superior y Cretácico en facies continentales (Purbeck, Weald y Utrillas) y aparece orlada por una banda de materiales del Triásico superior (facies Keuper) y del Jurásico marino, de orientación, en esta zona, NO-SE e intensamente tectonizada, denominada "Unidad Hidrogeológica Fitero-Arnedillo" y a la que se encuentran asociados entre otros, los manantiales de Fitero.

ESTRATIGRAFIA

En la descripción que sigue, los terrenos son expuestos según un orden cronoestratigráfico, de más antiguo a más moderno, poniendo mayor énfasis en aquellos que presentan mayor interés hidrogeológico. En la figura 1 se expone un esquema de la geología de la zona de Fitero.

El Paleozoico aunque no aflora en la zona, si lo hace ampliamente hacia el O, formando las Sierras de la Demanda y Urbión y constituye el basamento de toda la región. Sus facies predominantes son esquistos, pizarras, areniscas y cuarcitas.

El Triásico si se encuentra aflorante en la zona de Fitero, aunque únicamente en sus facies superior, *facies Keuper* (TK), formada por arcillas y margas de colores abigarrados: verdosos, ocre y rojizos, con frecuentes intercalaciones de yesos, a veces en masas potentes, y delgadas hiladas de carniolas. En estos materiales aparecen englobadas rocas subvolcánicas básicas de tipo ofítico-dolerítico.

El espesor del Keuper es difícil, dadas sus características plásticas que lo hacen objeto de una intensa tectonización, existiendo zonas donde se han llegado a acumular varios centenares de metros mientras que en otros lugares llega a estar completamente laminado. Actúa como nivel de despegue del cabalgamiento de la Sierra de Cameros sobre la Cuenca Terciaria del Ebro.

Sobre estos materiales se disponen sedimentos pertenecientes al Jurásico marino, cuyo tramo basal de edad *Rethiense-Hettangiense*, está constituido por dolomias masivas y oquerosas de aspecto carniolar, brechas dolomíticas, dolomias estratificadas y calizas generalmente dolomíticas. La potencia total de este tramo puede alcanzar los 100 metros, siendo la más frecuente entre 50-80 metros.

Les siguen 60-80 metros de calizas dolomíticas y dolomias tableadas, con costras ferruginosas y algún tramo de calizas oolíticas de edad *Hettangiense-Sinemuriense medio-superior*.

En la cartografía adjunta aparecen ambos tramos englobados en un único conjunto *Rethiense-Sinemuriense medio superior* (J1).

A continuación viene un tramo muy margoso de edad *Sinemuriense-medio-superior/Bajociense inferior-medio* (J2), de 200-250 (e incluso más) metros de potencia, constituidos por calizas arcillosas alternando con margas arcillosas, margas masivas oscuras, negras y violáceas, muy

arcillosas y, a veces, esquistosas. Este tramo es muy fosilífero y con abundante pirita.

Por encima aparece un tramo calcáreo de edad *Bajociense inferior-medio/Bathonense-Calloviense* (J3), que comienza por 25-35 m de calizas arenosas, con intercalaciones de caliza margosa en la base, para pasar a 65-100 m de calizas masivas, de color claro, oolíticas en la parte superior y bioclásticas en la inferior.

Por último, la parte más alta del Jurásico marino correspondiente al tránsito Dogger-Malm (*Bathonense-Calloviense/Oxfordiense-Kimmeridgiense*) (J4). Está constituido por un tramo basal de 85-100 m de calizas arenosas oscuras, con pátina piritosa, alternando con margas calcáreas, algo arenosas, de color rojizo, para pasar a areniscas calcáreas de color rojizo, con estratificación cruzada que marcan el tránsito a las facies continentales.

El Jurásico-Cretácico inferior continentales (facies Purbeck-Weald) (G) constituido por series complejas que llegan a alcanzar varios miles de metros de espesor que conforman las Sierras de Cameros y Cebollera, extendiéndose desde el Oxfordiense hasta el Utrillas detrítico. Comienza con capas de conglomerados, areniscas, arcillas arenosas finas y arcillas abigarradas, pasando a calizas margosas en bancos, areniscas silíceas (ortocuarцитas) a veces conglomeráticas, limolitas, margas, calizas, conglomerados y cuarzoareniscas, calizas margosas en bancos y ortocuarцитas y arcillas arenosas finas al techo junto con calizas. Clásicamente (Tischer y Beuter, 1967) se distinguen cinco conjuntos o grupos sedimentarios: Grupo Tera, Oncala, Urbión, Enciso y Olivan.

El Cretácico en facies Utrillas (Albense) (U) aparece pellizcado en falla inversa bajo los materiales triásico y/o jurásicos. Se trata de una serie poco compactada, transgresiva, fundamentalmente detrítica y con claro origen continental, integrada por arenas, arcillas, areniscas y micro-

conglomerados, de colores abigarrados y con frecuentes niveles de lignitos entre margas pizarrosas varioladas.

Los materiales del *Terciario* continental corresponden desde el punto de vista sedimentológico, a la molasa que se deriva de la Cordillera Ibérica. Dentro de la molasa pueden distinguirse: una molasa proximal constituida por los conglomerados de Turruncún, Arnedo, Fitero y Yerga, y otra molasa distal formada por elementos esencialmente arenosos, representada por la subserie arenosa de Arnedo y la formación Alfaro.

El Oligoceno (+ Eoceno?) (M1) está representado por los conglomerados de Turruncún formados por una serie de más de 1.000 m de potencia en la que alternan bancos de conglomerados, areniscas, arcillas y limos de colores rojizos, predominando los conglomerados. La formación Arnedo está constituida por un tramo basal arenoso (conglomerados, areniscas y limos arcillosos de color rojo) de más de 1.000 m de potencia, y un tramo conglomerático, constituido por conglomerados masivos con intercalaciones finas de areniscas y limos arcillosos rojos, con un espesor superior a los 200 m.

El Mioceno comienza por una unidad de edad *Aquitaniense superior-Vindoboniense* (M2), constituido por tres formaciones: una conglomerática (Formación Fitero), otra arenosa (Formación Cascante) y otra lutítica (Formación Alfaro) que se distribuyen espacialmente desde las zonas más próximas a los relieves mesozoicos, hasta las más alejadas.

La formación Fitero está formada por conglomerados masivos caracterizados por la frecuente presencia de elementos finos, areniscas, limos y arcillas de color rojo, constituyendo una auténtica alternancia.

La fracción detrítica de los conglomerados está compuesta por bloques y cantos, poco rodados y mal clasificados, de calizas mesozoicas, aunque también hay cantos de arenisca, cuarzo y cuarcita.

Estos conglomerados se encuentran discordantes sobre el Jurásico marino y su espesor visible supera los 100 m.

El Mioceno superior (Pontiense) (M3) está constituido por los conglomerados de Yerga (o formación Yerga) ligeramente discordante sobre todos los materiales anteriores. Está constituida por conglomerados de cantos de cuarcita y pizarras paleozoicas y de calizas y areniscas mesozoicas, con predominio de los primeros, con matriz arenosa poco coherente. La potencia media de esta formación puede estimarse en unos 200 m, aunque en Cabi Monteros, al norte de Arnedillo, es de más de 450 m.

En cuanto a los depósitos del Cuaternario (Q) presentes en esta zona, hay que decir que son de varios tipos: unos son de origen fluvial y forman las terrazas (T) de los ríos Cidacos y Jubera, constituidos por una acumulación de cantos de procedencia longitudinal; otros son de origen lateral y dan lugar a los glacis, bastantes desarrollados, o conos de deyección y derrubios de ladera (QG), de menor importancia. Otros forman la terraza inferior actual o llanura de inundación (Qal) de los ríos Alhama, Cidacos, Jubera, barranco de los Cantares y arroyo de Muro de Aguas.

TECTONICA

Esta zona se encuentra en el extremo noroccidental de la Cordillera Ibérica, justamente en el borde de la Sierra de Cameros.

Verticalmente en la estructura de la zona hay que distinguir tres niveles: basamento, cobertera mesozoica y depósitos de relleno o de cuenca intramontañosa. El basamento lo constituye el Paleozoico con estructuras hercínicas. La cobertera abarca terrenos desde el Triásico hasta el Cretácico superior y fué plegada durante la Orogenia Alpina. Los depósitos de relleno comprenden el Paleógeno, Neógeno y Cuaternario, y

constituyen el relleno intracontinental de fosas o cuencas intramontañosas progresivamente subsidentes durante las últimas fases alpinas y la etapa postalpina o del Neógeno reciente.

A escala regional, la estructura más importante es la denominada "falla de Camerana". Este accidente que afecta esencialmente al borde septentrional de la Sierra de Cameros pero se prolonga por ambos extremos mucho más allá del mismo, constituye en realidad una zona de fricción entre el Bloque Ibérico y el Bloque del Ebro. En esta fricción de ambos zócalos durante la tectónica alpina, el Bloque Ibérico resultó elevado y cabalgante en general sobre el Bloque del Ebro. El resultado a nivel de coberteras es de cabalgamiento generalizado de Trias y Jurásico Ibéricos sobre el Paleógeno del Valle del Ebro, cabalgamiento a menudo fosilizado por el Mioceno. En lógica con este tipo de accidente, el Keuper, material plástico por excelencia, ha sufrido un extravasamiento diapírico a lo largo del mismo constituyendo una importante barrera impermeable.

Los frentes de cabalgamiento, en la zona comprendida entre Grávalos y Fitero, adoptan una dirección E-O, quedando invertida la serie Jurásica de forma que las unidades más modernas de la misma llegan a cabalgar al Albiense, existiendo además un apilamiento apretado de escamas tectónicas con orientación E-O que afectan al Triásico, Jurásico y Albiense.

Al este de Grávalos, el Jurásico termina por desaparecer, si exceptuamos las carniolas (unidad J1) y empieza a aparecer el extenso afloramiento de Keuper que se extiende hasta el sur de Fitero.

Previamente a la deposición de las facies Purberck-Weald, la denominada "franja tectonizada" empieza a actuar ya como zona de fractura, originando una subsidencia muy importante justo al sur de la misma, lo que da lugar a la deposición de grandes potencias de las facies citadas.

Los materiales miocenos se presentan, a grandes rasgos, formando una serie monoclinal, con buzamientos muy suaves hacia el NE, y sólo en la parte más meridional, en contacto con la franja tectonizada, se puede apreciar un aumento en la inclinación en las capas.

Por último cabe destacar por su importancia hidráulica, como se verá más adelante, la gran familia de fracturas de dirección NNO-SSE, que afecta a todos los materiales jurásicos e incluso a los del Weald.

HIDROGEOLOGIA

Rodeando a modo de orla, tanto los macizos paleozoicos de la Demanda y Urbión como al deltaico de Cameros, existe un Sistema Acuífero constituido por sedimentos carbonatados del Jurásico inferior-medio, que ya fue definido por el ITGE en el año 1971, dentro del Proyecto Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas (PIAS), como "Sistema acuífero nº 63, Sierras de la Demanda y Cameros".

La base impermeable del sistema la constituyen las arcillas y margas del Keuper y, más ampliamente, el Paleozoico y el Trias.

El acuífero propiamente dicho está constituido por dos paquetes calcáreos con excelentes características de permeabilidad por fisuración y Karstificación: el inferior (J1) constituido por las carnioles y las dolomías y calizas dolimíticas del Rethiense-Sinemuriense medio-superior; y el superior (J3) por las calizas arenosas y calizas masivas y oolíticas del Bajociense-Calloviense. Separando ambos niveles permeables se encuentra un paquete de naturaleza mayoritariamente margosa que impide, o al menos dificulta, la conexión hidráulica entre los mismos, si bien en ciertas zonas la presencia de numerosas fracturas permite el tránsito del agua subterránea desde la unidad suprayacente a la inferior.

Ambos conjuntos permeables dan lugar a los principales manantiales de la región, con caudales que no sobrepasan los 100 l/sg en la zona septentrional, y manantiales que oscilan entre 100 y 300 l/sg en la zona meridional de la Demanda. las características no homogéneas del sistema, así como su discontinuidad a lo largo de los afloramientos, hace que se hayan diferenciado cuatro unidades acuíferas en función de sus estructuras, drenajes y comportamientos: Unidad Fitero-Arnedillo, Jubera-Anguiano, Ezcaray-Pradoluengo y Ortigosa-Mansilla-Neila.

Es en los extremos de la Unidad Fitero-Arnedillo donde se ubican los manantiales termales que dan origen a los establecimientos balnearios de ambas localidades.

UNIDAD FITERO-ARNEDILLO. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO. TERMALISMO.

La unidad hidrogeológica de Fitero-Arnedillo, también denominada "franja tectonizada", se dispone según una dirección general NO-SE y en conjunto, se ve limitada hidrogeológicamente por dos importantes accidentes tectónicos de dirección paralela: la falla asociada al hundimiento del conjunto Purbeck-Weald, con un salto de falla de hasta 1.000 m (Beuther, 1966), y que constituiría el límite sur; y el frente de cabalgamiento que dispone el conjunto Triásico-Jurásico sobre los depósitos terciarios de la Depresión del Ebro, que actúa como límite norte.

La recarga de esta unidad se produce por dos mecanismos: infiltración directa de agua de lluvia sobre los materiales carbonatados jurásicos y percolación del agua infiltrada en los materiales de las facies Purbeck-Weald. Estos últimos ocupan una gran extensión y a pesar de su baja permeabilidad llegan a constituir un acuitardo importante, a juzgar por las numerosas fuentes que de ellos brotan.

Una vez que el agua se ha infiltrado tanto en el acuitardo Purbeck-Weald, como en el acuífero jurásico, se produce la circulación subterránea del agua en dos tipos de flujo: somero y profundo.

El primero se produce cuando el agua, infiltrada directamente en los materiales jurásicos, alcanza la primera zona kárstica, afectada por una intensa fracturación. Este flujo es rápido, muy influenciado por el régimen de lluvia y deshielo. El agua adquiere una baja mineralización de tipo carbonatado-cálcico.

Los gradientes hidráulicos son importantes en esta zona y vienen condicionadas principalmente por la topografía, produciéndose salidas en forma de pequeñas surgencias localizadas y, más generalmente, en forma difusa en las inmediaciones de los cauces de los ríos Alhama y Cidacos. Estas salidas se cifran en 200 l/sg, aunque sometidas a importantes variaciones en función del régimen pluviométrico.

La percolación originada por la infiltración del agua de lluvia en los materiales del Purbeck-Weald, da lugar a un importante aporte de agua a la zona de fractura entre estos materiales y los del Jurásico marino.

Esta fractura, de gran salto y conectada a otra familia de fracturas subtransversales, permite la circulación lenta y profunda del agua que más adelante dará lugar a los fenómenos hidrotermales de Fitero y Arnedillo.

El flujo profundo del agua se produce a través de fracturas y de las carnioles del Lias basal, cuyo límite impermeable inferior viene definido por el conjunto Trias-Paleozoico. Esta circulación profunda pone en contacto estas aguas con los materiales margoevaporíticos del Keuper, con los que adquieren un equilibrio termodinámico a gran profundidad. Estos materiales están íntimamente relacionados con una anomalía geotérmica, evidenciada en los sondeos de petróleo próximos a la zona. Esta anomalía, aún poco conocida, comporta un flujo térmico elevado y posiblemente acumulaciones puntuales de calor en trampas geotérmicas (efecto de olla

a presión). El recalentamiento del agua y el elevado confinamiento dan lugar a que el agua, por un mecanismo de termosifón, salga a la superficie de forma más o menos rápida.

El sistema hidrotermal de Fitero-Arnedillo va asociado a un área de especial intensidad tectónica y con manifestaciones volcánicas intrakeuper, que pueden estar relacionadas a dicha anomalía geotérmica. Considerando que el calentamiento de las aguas termales de Fitero-Arnedillo se deba al gradiente geotérmico calculado de 0,044 °C/m (C.G.S., S.A., 1977, en base a registros sondeos petrolíferos) la profundidad a la que se produciría el equilibrio termodinámico de las aguas con los materiales de Keuper sería del orden de 1.000-1.500 metros. Ahora bien, si se acepta la anomalía geotérmica local, esta profundidad puede ser considerablemente menor.

Respecto a la caracterización química de las aguas realizadas en base a los datos de los análisis realizados y recopilados de anteriores estudios, puede diferenciarse en la zona de Fitero-Arnedillo tres tipos fundamentales de aguas:

- Cloruradas sódicas, con relaciones rCl/rNa^+ y rSO_4^-/rCa^{++} cercanas a la unidad, coincidentes con los fenómenos termales existentes en la "franja tectonizada" y que dan origen a los balnearios de Fitero y Arnedillo.
- Sulfatadas cálcicas, correspondientes a aguas no termales asociadas igualmente al borde oriental de la Sierra de Cameros y que constituyen el drenaje de la misma.
- Bicarbonatadas cálcicas, asociadas fundamentalmente a materiales terciarios.

Las aguas de ambos balnearios responden a una circulación por idénticos materiales (Keuper) con equilibrio químico respecto a los mismos. La mayor mineralización que presentan las de Arnedillo frente a las de Fitero es consecuencia de una doble concentración en ClNa, debida seguramente a que su mayor temperatura (53°C) implica una mayor capacidad de disolución de sales, o a un mayor tiempo de residencia de sus aguas.

A este respecto se han realizado cuatro campañas de toma de muestras y análisis isotópicos (tritio) de las aguas de los balnearios de Fitero y Arnedillo dentro del estudio llevado a cabo por el ITGE, sin que hasta el momento se tengan resultados nada más que de la primera. Estos análisis sólo indican tiempos importantes de residencia de las aguas de este sistema hidrotermal. El accidente nuclear de Chernobil ha dado lugar a variaciones en el contenido isotópico de la atmósfera, impidiendo el cálculo de la edad absoluta del agua en los acuíferos. Lo que sí indican es un tiempo de residencia o permanencia del agua mayor en los manantiales de Fitero que para los de Arnedillo.

La mezcla de aguas de circulación profunda con aguas más someras y recientes en ambos balnearios, distorsiona los contenidos iónicos, de forma que, en el Balneario de Arnedillo, la mineralización del agua es mayor que en el de Fitero.

El empleo de técnicas geotermométricas, o de termometría hidroquímica, permiten calcular la temperatura a la que ha tenido lugar en profundidad el último equilibrio entre el agua y la roca si este se ha producido.

En base a los cálculos a partir de los análisis químicos y aplicando tres geotermómetros distintos: sílice (SiO₂), Na/K y Na-K-Ca, se obtuvieron (C.G.S., S.A., 1977) temperaturas de equilibrio de 65°, 87° y 90° respectivamente, con una temperatura media de equilibrio de 80°, siendo la temperatura máxima registrada en superficie de 47°.

Sin embargo, en trabajos posteriores (J. Fernández et al, 1988) se han considerado ineficaces la utilización de geotermómetros para la caracterización de estas aguas, por problemas derivados de su aplicación a sistemas de baja entalpía y relacionados con almacenes de naturaleza carbonatado-evaporítica.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BEUTHER, A., KNEUPER-HAACK, F., MENSINK, H. Y TISCHER, G. (1966). Der Jura und Wesiden in Nordst Spanien.
- (2) COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS S.A. (C.G.S., S.A.) 1977. "Estudio de los manantiales termales de Fitero (Navarra) y delimitación de su perímetro de protección". Madrid (Inédito).
- (3) CUSTODIO, E y LLAMAS, M.R. 1976. "Hidrología subterránea". Ed. Omega. Barcelona
- (4) FERNANDEZ, J., AUQUE, L.F., SANCHEZ CELA, V.S. y GUARAS, B. (1988). "Las aguas termales de Fitero (Navarra) y Amedillo (Rioja). Análisis comparativo de la aplicación de técnicas geotermométricas, químicas a aguas relacionadas con reservorios carbonatado-evaporíticos". Bol. Est. Geol. 44. 453-469.
- (5) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). 1968. Estudio Geológico de la provincia de Logroño (inédito).
- (6) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). 1971 Mapa Geológico de España, e. 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente hojas 21 (Logroño) y 31 (Soria).
- (7) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). 1982. "Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Ebro". PIAS. Colección Informe. Madrid.
- (8) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). 1983. "Proyecto de investigación hidrogeológica del Sistema Acuffero nº 63 y Tramo Alto del Sistema 62. Cuenca del Ebro". (PIAS). Madrid.

- (9) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). 1985. "Investigación geotérmica en el área de Fitero-Alhama de Aragón". Madrid. Inédito.
- (10) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). Mapa Geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 204 (Logroño), 205 (Lodosa), 242 (Munilla) y 243 (Calahorra).
- (11) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). 1988 "Estudio Hidrogeológico del sector de la "Franja Mesozoica Tectonizada" y materiales del terciario continental de la Depresión del Ebro situados al SO de la localidad de Alfaro (La Rioja)".
- (12) INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (ITGE). 1990. Estudio de la franja móvil mesozoica en la subunidad Fitero-Arnedillo y parte de la de Jubera-Anguiano. Inédito.
- (13) POZO, M. y MURILLO, J.M. 1988. "Breve reseña geológica e hidrogeológica del manantial BAÑOS DE ARNEDILLO (La Rioja). Estudios sobre el Bañeario de Arnedillo (Memoria nº 14). Instituto de España. Real Academia de Farmacia. Madrid.

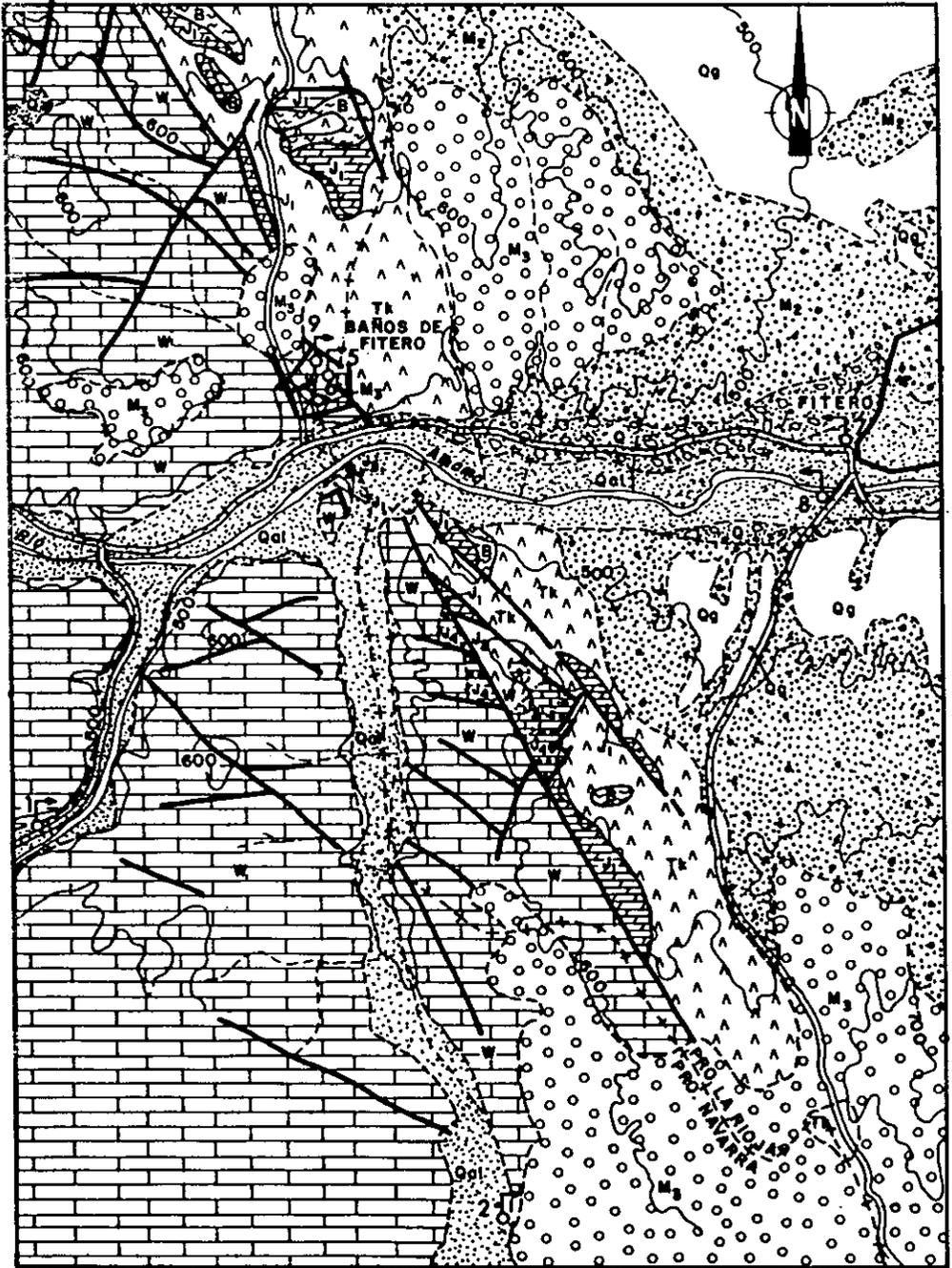
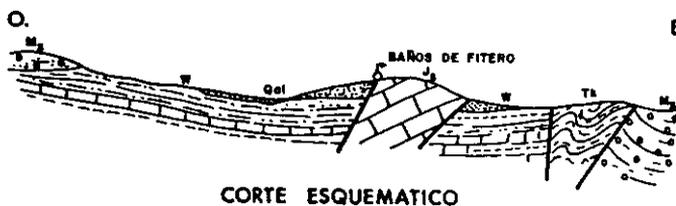


Fig. 1 ESQUEMA GEOLOGICO

E. 1:50.000

LEYENDA

		EDAD	LITOLOGIA	PERMEAB.		
CUATERNARIO		ALUVIAL	Gravas, arenas, limas y arcillas	Muy alta		
		TERRAZAS	T	Gravas, arenas y limas	Muy alta	
		GLACIS DERRUBIOS DE LADERA COMOS DE DEYECCION	Qg	Conos con matriz limo-arcillosa	Alta	
		INDIFERENCIADO		Masas de Terrazas y Bloques, arenas, limas y arcillas	Alta	
TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO	P-Q	Margas, conglomerados, arcillas	Variable	
		PONTIENSE	O ₁ M ₁	Conglomerados poco espesados	Alta, muy alta	
		VINDOBONENSE				
	MIOCENO	BURDIGALIENSE	Superior		Areniscas, limonitas, arcillas y conglomerados	Variable (Baja)
			Inferior			
	PALEOCENO	CHATTIENSE	M ₁	Conglomerados, areniscas, limonitas y arcillas rojas	Variable (Baja)	
		STAMPIENSE				
	CRETACEO	ALBIENSE	U	Polvos Utrillas: areniscas y arcillas con leches carbonosas	Baja-muy baja	
		APTIENSE				
		BERRIABENSE				
JURASICO	MALM	PORTLANDIENSE		Fases Purbeck-West	Medio-baja	
		KIMMERIDGENSE		Calizas, margas, areniscas y limonitas		
		OXFORDIENSE				
	DOBER	CALLOVIENSE		Areniscas calcareas y calizas arenosas	Baja	
		BATHONIENSE				
	BAUDOENSE	Superior		Calizas y calizas arena-arcillosas	Medio	
		Medio				
		Inferior				
	AALENIENSE			Calizas, calizas arcillosas y margas perlissas	Medio-baja	
	TOARCIENSE					
PLENBACHIENSE						
LIAS	Superior					
	SINMURIENSE					
FRASCO	HETTANGIENSE		Calizas, calizas dolomiticas y dolomitas oqueras	Muy alta-alta		
	RETHIENSE					
TRIASICO	BAIEN	FRANCS KEUPER	A ₁ A ₂ A ₃	Arenillas variscotas con yesos	Baja	
			B	Basaltos silíceos		



LOS SUELOS DEL TERMINO MUNICIPAL DE FITERO (NAVARRA)

por

F. Monturiol R. y L. Alcalá del Olmo B.
Instituto de Edafología y Biología Vegetal (C.S.I.C.)
Serrano, 115 duplicado.- 28006 Madrid.

El objeto de este trabajo es aportar un breve conocimiento acerca de los suelos que encontramos en este término municipal de Fitero, donde se asienta una de las estaciones termales más conocidas y prestigiosas no solo de Navarra sino de toda España.

DESCRIPCION GEOGRAFICA

Este término, con una extensión de 4.900 hectáreas, está situado en el extremo suroccidental de Navarra, lindando con las provincias de Zaragoza y de Soria. Un hito titulado Mojón de los Tres Reyes indica que en ese sitio confluían los reinos de Navarra, Aragón y Castilla. La leyenda dice que los tres reyes estuvieron comiendo juntos apoyados en este mojón y pisando cada uno su respectivo territorio. De esta palabra "hito", proviene precisamente el nombre actual de la ciudad de Fitero que da nombre al término que vamos a estudiar y al balneario en él situado.

No tenemos constancia de la fecha exacta de la fundación de la Villa de Fitero. Parece que su existencia está íntimamente relacionada con la presencia del Monasterio de Santa María la Real cuyas obras parece comenzaron en 1152. La primitiva población no era más que un simple cortijo para albergar peregrinos, junto al monasterio y que hoy todavía se conserva. Las luchas por esta zona y su dominio alternativo por Navarra y Castilla acabó cuando en 1373 Carlos II de Navarra y Enrique II de Castilla se sometieron a la decisión del Cardenal Guido de Bolonia que falló a favor de Navarra. Posteriormente el Abad Perálta en 1482 realizó la primera ampliación del primitivo cortijo y casas que le rodeaban transformándolo en el primer casco de población.

El término municipal de Fitero, que pertenece al partido judicial de Tudela y a la diócesis de Tarazona, constituye la Subcomarca del Bajo Alhama, dentro de la Comarca de la Ribera tudelana. Es un término con una topografía relativamente accidentada, sobre todo en su parte más occidental pues viene a ser una prolongación del macizo ibérico y más concretamente de las sierras de Yerga y Alcarama y cuyas últimas estribaciones encontramos al sureste del término, pero fuera de él, en los Montes de Cierzo. Hacia su parte oriental el término va presentando un paisaje más suave e igualmente también por el centro que es por donde discurre el río Alhama. Podríamos estimar en unos 500 metros la altitud media del término de Fitero y en el que encontramos altitudes superiores a los 600 metros como los picos Navillas, Cuévanos y Las Degolladas, localizando la altura máxima en el Pico Atalaya con 739 metros y situado en el extremo suroccidental del término y cerca del ya citado Mojón de los Tres Reyes. El río Alhama, que como hemos dicho antes, atraviesa el término de oeste a este, proviene de la Sierra de Almuerto en la provincia de Soria y en la zona que nos ocupa discurre con una pendiente aproximada del 5 por mil. A su paso por Fitero después de verse incrementado con sus afluentes Linares y Añamaza aporta cerca de 150 hectómetros cúbicos por año, lo que viene a representar un caudal medio de unos 4,75 metros cúbicos por segundo. De todas formas estas aportaciones medias no tienen un significado muy relevante, ya que por falta de presas reguladoras existe gran desviación de unos años a otros. A falta de una regulación en la cabecera del río Alhama, la Comunidad de regantes de la zona crea pequeñas presas y balsas como las balsas del Terrero en Fitero y las de La Estanca y La Estanquilla en Corella y las presas de Hespirete en Fitero y la de La Nava en Cintruénigo muy cerca ésta del término de Fitero.

El número de habitantes que viven en este término en la actualidad no llega a 2.500 con una densidad de población relativamente alta, de casi 50 habitantes por kilómetro cuadrado con una evolución demográfica no tan espectacular como en otras zonas de la misma Navarra, pues si

consideramos 100 el índice correspondiente al año 1900 el de hoy día debe estar próximo a 125.

Esta población está formada fundamentalmente por agricultores, dominando la pequeña explotación debida sobre todo al regadío existente pues el 65% de la superficie lo constituyen parcelas entre 1 y 5 hectareas, suponiendo la tenencia en propiedad el 55% y el 29 % el arrendamiento. Para terminar con estas consideraciones de tipo general diremos que dentro del término de Fitero la red de comunicaciones a nivel Comunidad o Nacional es de buena calidad pero de baja densidad.

Siendo los suelos, como todos sabemos, fundamentalmente el resultado final de la acción conjunta de unos factores, principalmente el clima y la vegetación, sobre unos materiales geológicos incluimos a continuación una breve reseña sobre ellos, ya que verdaderos especialistas se han ocupado de ellos en otros apartados de esta Monografía.

CLIMATOLOGIA

Podríamos decir que en términos generales, el clima que afecta al término de Fitero, podría considerarse de Mediterráneo templado con características continentales en cuanto a las temperaturas y de Mediterráneo seco en cuanto a las precipitaciones. Gaussen en su "Mapa de las subregiones climáticas de la Península Iberica" atribuye a esta zona un clima mesomediterráneo con dos o tres meses secos y siguiendo a Allué Andrade en su trabajo "Subregiones fitoclimáticas de España" vemos que este extremo de la Comunidad de Navarra viene clasificado como IV7b es decir clima mediterráneo moderadamente cálido y seco y con inviernos frescos. Por último para Thornthwaite el clima es semiárido, mesomediterráneo con pequeño o ningún exceso de agua.

En esta reseña hemos empleado los datos que para Fitero aporta el trabajo "Caracterización agroclimática de Navarra". Según él, la

temperatura media de Fitero es de 12,9 ,la temperatura máxima absoluta de 39 , la temperatura mínima absoluta -7, la temperatura media de las máximas absolutas 38,4, la temperatura media de las mínimas absolutas -5,3, la temperatura media de las máximas 18,6, la temperatura media de las mínimas 7,3; la temperatura media de las máximas del mes más cálido 29,9; la temperatura media de las mínimas del mes más frío 0,8 y la oscilación térmica es de 29,1. En cuanto a las características hídricas la precipitación media anual es de 385,6 mm con una media de 74 días de lluvia, con 4,3 días de nieve al año y ningún día de con precipitación en forma de granizo y la evapotranspiración potencial (ETP) media anual es de 727 mm. Las precipitaciones presentan dos máximos, uno en primavera, meses de abril, mayo y junio con el 34,3 % del total de agua caída y otro en otoño en los meses de septiembre, octubre y noviembre con el 26,9% del total.

Además de estos datos presentamos algunos índices climáticos que complementan la información climática. Para Papadakis el tipo climático que corresponde a Fitero es el Mediterráneo templado con un índice anual de humedad de 0,53 y una lluvia de lavado de 40 mm. El índice de Turc para seco es de 7,4 y para regadío de 40,8. El índice de aridez de Martonne ($I=P/T+10$) es de 16,83 y el termopluviométrico de Dantin y Revenga ($100T/P$) de 3,35 y por último el índice de higrócontinentalidad de Gams es de 48. Añadiremos como dato complementario, ya que no son utilizados directamente por la clasificación F.A.O. de los suelos, que según los criterios de la Soil Taxonomy el régimen de temperatura del suelo en general en la zona de Fitero es de tipo mésico y el de humedad siguiendo a Lázaro, Elias y Nieves, sería el arídico como en toda la depresión de Tudela pero al estar el término de Fitero a una altitud media superior a los 400 metros el régimen se suaviza pasando a xérico que es como nosotros le consideramos. :

VEGETACION

Según los datos climáticos expuestos anteriormente y sobre todo por el índice de Gams de higrocontinentalidad, la vegetación natural corresponde a la gran formación Durilignosa con características más o menos continentales según la posición dentro del término de Fitero. La zona más occidental, que como ya hemos dicho viene a coincidir con las últimas estribaciones del macizo ibérico y donde topográficamente se encuentran las mayores alturas, el grado basal de la vegetación pertenece a la alianza *Querción rotundifoliae*, mientras que en la parte oriental del término, de clara pertenencia a la depresión del valle del Ebro y con altitudes entre 300 y 700 metros, el dominio climático corresponde a las comunidades de *Rhamneto cocciferetum* con un dosel de *Pinus halepensis*.

En circunstancias determinadas encontramos además determinados tipos de comunidades vegetales. Así por ejemplo los suelos muy pedregosos y pedregales procedentes de los cantos que constituyen los extensos conglomerados presentes en el término están tapizados por comunidades del Orden *Myricarietalia*. En las zonas con saladares, como consecuencia del lavado de sales y posterior acumulación, sales procedentes de los yesos y margas del Keuper, encontramos comunidades de la Clase *Salicornieta*. Por último muchos de los matorrales tan abundantes en los montes del término de Fitero, pertenecen a la Clase *Ononido-Rosmarinetea* con representantes de los Ordenes *Rosmarinetalia* y *Gypsophiletalia*.

Quizá el resumen mejor que de la vegetación podemos hacer es el de decir que, según Rivas Martínez, la parte más occidental del término de Fitero corresponde a la Serie Mesomediterránea aragonesa basófila de *Quercus rotundifolia* o encina y el resto del término a la Serie Mediterránea aragonesa semiárida de *Quercus coccifera* o coscoja.

GEOLOGIA

Los materiales más antiguos que afloran en el término de Fitero son los yesos del Keuper seguidos por las carniolas y dolomías de edad Rethiense y el conjunto de dolomías, calizas de distintos tipos, margas, areniscas y conglomerados de edad Jurásica.

Los afloramientos del Keuper se limitan a la alineación que con una anchura media de 750 metros, con dirección noroeste-sureste y que incluye la zona de los Baños se extiende desde El Alto del Baño al cerro de Los Degollados y que constituye parte del gran accidente que separa la depresión del Ebro de la Cordillera Ibérica. Litológicamente esta alineación está formada fundamentalmente por yesos y arcillas abigarradas. Los yesos son de color rojo, blanco e incluso negros como podemos ver cerca de Los Baños. Entre estos materiales se encuentra también bloques de carniolas y dolomías y también rocas básicas que se han definido como basaltos olivínicos.

Como decíamos todos este Trias se dispone en una franja situada en el borde occidental del término pero que aún más a occidente de la misma hasta el límite del término, localizamos otra franja de materiales jurásicos representados por calizas de variada constitución, margas, calizas arenosas, areniscas y conglomerados. Por último dentro del dominio de terrenos secundarios tenemos también una pequeña representación del Cretácico constituido por alternancias de calizas con facies detríticas.

De todas formas la mayor parte de los terrenos que pertenecen al término municipal de Fitero corresponden al Terciario y al Cuaternario. El terciario miocénico viene a ser una prolongación del ambiente sedimentario continental que caracteriza a las formaciones oligocenas y que tanta representación tienen también en el término de Arnedillo sobre todo los conglomerados, formaciones en este caso de datación problemática.

Este Mioceno, en el término que nos ocupa, conocido además como "formación Fitero", está formado fundamentalmente por conglomerados dispuestos unas veces en capas de espesor variable, normalmente entre 0,50 y 1,50 metros, y otras en bancos masivos más potentes. Muchas veces estos bancos conglomeráticos alternan con otros materiales, fundamentalmente con bancos arcillosimosos o margosos e incluso con capas de areniscas, en este caso de menor espesor.

Estos conglomerados están constituidos por bloques y cantos poligénicos abundando sobre todo los cantos calizos pero también los hay de areniscas y cuarcitas y todo ello frecuentemente muy encostrado mediante un cemento calizo que a veces está bastante recristalizado. Aunque toda esta formación es de una edad probablemente que va desde el Aquitaniense hasta el Vindoboniense en el espacio correspondiente a nuestro término quizá no sobrepasen la edad del Burdigaliense.

Por último en la zona más meridional y suroccidental del término y donde se ubica el Monte Atalaya, los geólogos localizan otra formación más reciente, también con conglomerados, más sueltos y con matriz más arenosa, pero con mayor predominio de margas y areniscas que por su posición sobre todo en relación con los conglomerados, que aparecen en la colindante provincia de Zaragoza, parece ser pertenecen ya al Poniense.

Por último tenemos los terrenos cuaternarios que aunque en este término apenas supongan un 20 % , gran extensión tienen por el contrario en toda la comarca de la Ribera de Tudela. Este Cuaternario está formado por las terrazas del río Alhama y unos glaciares relacionados con dichas terrazas, o bien glaciares desarrollados a partir de los materiales terciarios continentales tan frecuentes en el término de Fitero. Estos glaciares heredan algunas características de los materiales de partida y en muchos casos también presentan acumulaciones calizas o encostramientos.

Al Pleistoceno pertenecen todos estos glaciares de erosión y el conjunto de glaciares y terrazas situados sobre todo en la margen derecha del

rio Alhama. También del Pleistoceno es la terraza que en la margen izquierda de dicho río se halla muy bien desarrollada y que viene a coincidir con el nivel Qt5 de la serie de terrazas del río Ebro.

Finalmente al Holoceno corresponde la primera terraza del río Alhama que corresponde con la Qt8 del Ebro y que consta de gravas, arcillas y limos con algún lentejón arenoso. Y por supuesto la llanura aluvial con gravas y limos. Además encontramos también en muchos sitios, derrubios de ladera y conos de deyección, ambos siempre pedregosos y calizos.

SUELOS

Como resultado de la interacción entre los llamados factores de formación, algunos de los cuales acabamos de describir, y mediante unos procesos de génesis y desarrollo tenemos los distintos tipos de suelos. Estos suelos se ven modificados en sus propiedades y en su morfología, muchas veces como consecuencia de la acción del hombre bien por un mal uso de ellos bien por haber modificado de alguna manera el equilibrio ecológico en que se encontraban en su estado natural.

Entre los procesos genéticos y evolutivos dominantes en esta zona de Navarra y que se reflejan como decimos en los distintos tipos de suelos, son la alteración tanto física como química, la lixiviación y acumulación de sales solubles y sobre todo el lavado de carbonato con el proceso posterior de calcificación y acumulación que en muchos sitios dan lugar a formaciones pétricas.

Pero quizá el proceso que hoy domina y contra el que hay que combatir más decididamente es la erosión que puede llevar a una desertificación acelerada en poco tiempo. Por eso es muy importante la política que concretamente en este término de Fitero se lleva de repobla-

ción, fundamentalmente a base de *Pinus halepensis* es decir de Pino carrasco, que es un árbol con características termófilas, xerófilas y basófilas, muy resistente a la sequía y con un crecimiento en altura relativamente rápido siendo su finalidad principal como árbol protector.

Como consecuencia de los estudios de campo hemos podido distinguir y diferenciar dentro del término municipal de Fitero 14 tipos distintos de suelos que pertenecen a seis grandes unidades del primer nivel de referencia según la clasificación F.A.O. en su versión más moderna de 1989. La combinación de estos distintos suelos en función de los factores del medio, dan lugar a 14 asociaciones diferentes de suelos que coinciden con las 14 unidades cartográficas que presentamos en el esquema que se acompaña.

Fluvisoles. (FL).- Son suelos poco desarrollados edáficamente sin una diferenciación genética dentro de su perfil ya que se desarrollan sobre materiales aluviales muy recientes y por lo tanto en posiciones expuestas actualmente al aporte periódico de materiales en superficie. En los cortes, perfiles o calicatas de este tipo de suelo no se percibe realmente más que un pequeño horizonte A en superficie, mejor estructurado y con algo de materia orgánica. Es el típico horizonte A normalmente de tipo ócrico. A veces el aporte continuado de material fresco, sobre todo debido a las inundaciones, hace que dentro del perfil puedan distinguirse más de un horizonte A enterrado.

Son suelos con predominio de las texturas francas o franco arcillo arenosas, muchas veces pedregosos en superficie por aportes del mismo río o por erosión de los conglomerados y glaciais próximos. Son suelos permeables, profundos y con topografía siempre llana o casi llana. Debido al origen de los materiales aluviales de que parten y a los aportes de los terrenos calizos próximos estos fluvisoles son casi siempre calizos y por lo tanto el subtipo que más frecuentemente encontramos en el término de Fitero, es el Fluvisol calcáreo o calcárico con un contenido en carbonato cálcico siempre superior al 30 % con valores normales próximos al 40

%. En algún sitio concreto pueden encontrarse Fluvisoles eútricos con grado de saturación mayor del 50% pero que no son calcáreos entre los 20 y 50 cms de profundidad.

En la Soil Taxonomy estos suelos viene clasificados como Torrifluent xérico, en la clasificación francesa son los suelos minerales brutos de aporte aluvial y en clasificaciones españolas antiguas vienen como suelos de vega o simplemente como suelos aluviales.

Regosoles.(RG).- Se trata de suelos también muy poco evolucionados con poco desarrollo edáfico lo que se traduce en perfiles con poca diferenciación, donde normalmente solo es perceptible un debil horizonte A de tipo ótrico y por lo tanto pobres en materia orgánica. Los encontramos formados a expensas de materiales no consolidados o débilmente consolidados como son todo tipo de depósito coluvial o semejante y también margas, arcillas y limos, exceptuando siempre los materiales que presentan texturas gruesas.

Aunque hemos localizado Regosoles sobre algunos de los materiales antes citados, a falta de determinaciones analíticas propias nuestras, no podemos delimitar con exactitud los dos tipos de regosoles que hemos incluido en el esquema de los suelos de Fitero. Estos son los Regosoles calcáreos o calcáricos y los Regosoles gypsicos. Se diferencian fundamentalmente en que los gypsicos son yesíferos es decir con un contenido en yeso al menos del 5% y normalmente con valores más altos para la conductividad eléctrica lo que indica cierto caracter salino.

Los dos tipos de Fluvisoles que contemplamos son calizos pero con valores más altos en carbonato cálcico para los Regosoles calcáreos. En general estos suelos tienen texturas finas, de francas a francoarcillosas, baja permeabilidad los desarrollados sobre arcillas y margas y más alta en los formados sobre materiales coluviales. En general se localizan en zonas

con topografía accidentada o suavemente accidentada y donde los riesgos y grado de erosión son elevados.

Los Regosoles se corresponden en la Soil Taxonomy americana con los Orthents y los de esta zona de Navarra con los Xerorthents. En otras clasificaciones coinciden con los suelos brutos minerales.

Leptosoles (LP).- La nueva clasificación F.A.O. los define como aquellos suelos que están limitados en profundidad por una roca dura continua, o los que se forman sobre un material muy calcáreo (con más del 40 % de Co_3Ca equivalente), o que tienen debajo, antes de los 30 cm., una capa cementada o por último los que tienen menos del 20% de tierra fina en los primeros 75 cm. Es decir es grupo de suelos muy amplio y donde hoy día tienen acogida muchos suelos de difícil clasificación en las anteriores clasificaciones F.A.O. como ocurría por ejemplo con las antiguas xerorendsinas y xeroranker de Kubiena.

De los siete tipos distintos que hoy día señala la F.A.O., en el término de Fitero nosotros creemos haber distinguido cuatro. Son suelos muy frecuentes, mucho de ellos resultado de fuertes procesos erosivos que han decapitado los suelos primitivos o simplemente han arrastrado parte de sus horizontes superiores. Se desarrollan sobre todo tipo de material ya que practicamente su característica común es el poco espesor de estos suelos como deja entrever el prefijo griego "lepto" es decir delgado.

En primer lugar tenemos los Leptosoles líticos que son los que limitados por una roca dura continua o por una capa dura cementada sólo tienen 10 cm. de espesor y que se corresponden con los que siempre hemos denominado litosoles. Los encontramos en este término sobre muchos materiales como calizas, carniolas, dolomías, areniscas, basaltos y sobre todo sobre conglomerados.

Muy frecuentes son los Leptosoles rendsínicos, que suelen tener un horizonte mólico pero que cuando tienen más del 40 % de carbonato no

es necesario que cumplan con las exigencias de este tipo de horizonte y que están desarrollados a partir de materiales muy calizos siempre con contenidos superiores al 40%. En este tipo de suelo de la F.A.O. entran perfectamente las antiguas "xerorendsinas".

Menos frecuentes son los Leptosoles móllicos ya que es difícil encontrar suelos con auténticos horizontes superficiales de tipo móllico, sobre todo por los escasos restos vegetales que aporta la vegetación existente en la zona. Se desarrollan sobre materiales menos calizos que los rendsínicos como son sobre todo los coluvios, derrubios de ladera y glaciares, formándose incluso a partir de alternancias de margas con margas yesíferas y yesos. Se localizan estos suelos en las zonas con mayor vegetación arbórea.

Indicaremos también la presencia en zonas muy localizadas, sobre todo coincidentes con la situación de los basaltos, de Leptosoles eútricos que tienen un horizonte superior A, de tipo ócrico y una saturación mayor del 50%, pero que no son calcáreos.

Independientemente del grupo de los Leptosoles que coinciden con los antiguos litosoles, los demás se corresponden en la clasificación americana o Soil Taxonomy con algunos Entisoles y algunos Mollisoles. Y así tenemos los Xerothents dentro de los Entisoles y los Rendolls y Xerolls en el orden de los Mollisoles. Los Leptosoles equivalen en otras clasificaciones con las Rendsinas y las Xerorendsinas.

Cambisoles.(CM).-Después del grupo de los Leptosoles quizá sea el de mayor representación, sobre todo los calcáricos o calcáreos que aparecen formando parte de cinco asociaciones distintas.

Los cambisoles se caracterizan fundamentalmente por la presencia en su morfología de un típico horizonte de alteración, que en los sistemas F.A.O. y Soil Taxonomy se denomina horizonte cámbico y que viene a

corresponder con el antiguo horizonte (B) de Kubiena. Morfológicamente se distingue por su color pardo vivo y un desarrollo de estructura típica y que analíticamente presentan una liberación de óxidos de hierro y una cantidad considerable de minerales alterables.

Como decíamos anteriormente de los distintos Cambisoles que propone la F.A.O. el que es muy frecuente en este término son los Cambisoles calcáricos o calcáreos, que presentan un horizonte superficial, A, de tipo ócrico y que son calizos al menos en sus 50 primeros centímetros. Los encontramos desarrollados a partir de materiales muy diversos, pero fundamentalmente sobre la alternancia de margas, areniscas y conglomerados y sobre todo a partir de los depósitos que constituyen los glaciares y terrazas.

De los demás Cambisoles encontramos aquí tan solo una representación muy pequeña del Cambisol húmico y menos aún del Cambisol eútrico. Los Cambisoles húmicos son los que tienen un horizonte A, de tipo úmbrico es decir con un contenido en materia orgánica mayor del 2 % y cuya saturación no llega al 50 %. Únicamente se pueden localizar en la parte noroccidental del término donde mayor y mas densa es la vegetación arbórea. Por último también encontramos una representación muy pequeña de los Cambisoles eútricos, desarrollados sobre las formaciones basálticas que encontramos cerca de Los Baños. Estos cambisoles con horizonte A, ócrico, tienen una saturación en bases mayor del 50 % aunque no tienen en su perfil carbonato cálcico.

Los Cambisoles son los suelos pardos y tierras pardas de antiguas clasificaciones. En la moderna Soil Taxonomy americana todos los Cambisoles quedan englobados dentro del Orden de los Inceptisoles como xerochrepts, eutrochrepts y xeroumbrepts.

Calcisoles. (CL).- Este grupo de suelos es una de las innovaciones que los especialistas de la F.A.O. han introducido en su nueva clasificación y viene a sustituir en parte al anterior grupo de los Xerosoles. Son

aquellos suelos que dentro de su morfología presentan un horizonte cálcico, un horizonte petrocálcico o simplemente acumulaciones de caliza pulverulenta siempre que sea dentro de los 125 primeros centímetros. Además de este horizonte cálcico, los calcisoles sólo pueden presentar un horizonte A, ócrico, un horizonte B, cámbico e incluso un horizonte Bt, argílico, siempre que éste esté impregnado en carbonato cálcico. De los tres tipos distintos de Calcisoles que la F.A.O. contempla, nosotros aquí en Fitero sólo hemos podido distinguir el Calcisol háplico que es el que no presenta ni horizonte petrocálcico ni horizonte Bt argílico y el Calcisol pétrico que es el que muestra un horizonte de acumulación de caliza endurecido y encostrado es decir lo que constituye un horizonte petrocálcico. Los dos tipos de Calcisoles los encontramos desarrollados preferentemente a partir de materiales sedimentarios poco o no consolidados como son terrazas, glacis y derrubios de ladera antiguos es decir materiales cuaternarios no recientes generalmente pleistocenos. También los encontramos sobre otros materiales como son la alternancia de margas, areniscas y gonglomerados del Mioceno.

Los Calcisoles háplicos son en general suelos profundos y como es lógico, menos los pétricos; pobres en materia orgánica, de texturas francas aunque pedregosas, pH comprendido entre 7,5 y 8 y con porcentajes de carbonato cálcico que para los distintos horizontes oscila entre el 10 y el 20 %, con alta saturación en bases y sin problemas de salinidad.

Dentro de la clasificación americana, los Calcisoles se corresponden con suelos que aparecen incluidos en el Orden de los Inceptisoles como Xerochrepts o con suelos que pertenecen al Orden de los Aridisoles como son los Calciorthids. En otras clasificaciones aparecen generalmente como suelos pardo calizos con o sin costra caliza.

Gypsisoles. (GY).- Es otro de los nuevos grandes grupos que aparecen en la nueva clasificación de la F.A.O. y que en parte engloba a los Xerosoles y Yermosoles yesosos de la anterior. Vienen definidos por

la presencia en estos suelos de un horizonte de acumulación de yeso, bien en forma pulverulenta o bien en forma endurecida. Además pueden presentar otros tipos de horizontes dentro de su morfología como un horizonte superficial A de tipo ócrico, un horizonte B de tipo cámbico e incluso un horizonte cálcico.

De los cinco tipos de Gypsisoles que describe la F.A.O. nosotros hemos localizado Gypsisoles cálcicos que son los que tienen como característica primordial la presencia en ellos de un horizonte de acumulación caliza. Como es lógico los encontramos formados a partir de materiales yesosos como son los mismos yesos y margas yésíferas del Keuper que localizamos en la parte occidental del término de Fitero.

Los Gypsisoles son suelos muy calizos, con valores próximos a 8 para el pH, saturados en bases, de texturas franco arcillosas y que presentan muchas veces problemas de salinidad. Esta salinidad a veces se refleja por la presencia en el área de los Gypsisoles, de zonas pequeñas con suelos salinos que tienen horizontes sálicos y que en alguna época del año se pueden detectar por las eflorescencias salinas que aparecen en la superficie del terreno.

USO DEL SUELO

Dentro de este apartado vamos a distinguir por un lado el "Aprovechamiento actual" que en el término de Fitero tienen los suelos que hemos descrito y por otro lo que podríamos llamar el "Uso potencial" que estos suelos podrían tener. Respecto al aprovechamiento actual y consultadas las Hojas 281 y 282 del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1:50.000 del Ministerio de Agricultura, podemos decir que un 42 % del término está cultivado, un 55 % está dedicado a bosque, pasto o matorral y sólo un 3 % es totalmente improductivo.

Precisando aún más, vemos que el 42 % cultivado se reparte entre un 11 % dedicado al regadío, un 20 % a cultivos cerealísticos, el 6 % es viñedo, el 3 % olivar y un 2 % al cultivo del almendro. Del 55 % no cultivado pero con otros usos, vemos que el 30 % tiene un uso conjunto de pastizal con matorral, un 14 % tiene dedicación forestal y el 11 % restante es un matorral que se instala como consecuencia del pastoreo abusivo y de la deforestación.

Ya dijimos al hablar de la vegetación que la especie arbórea más corriente es el Pino carrasco o *Pinus halepensis*, y en cuanto al matorral dominan los coscojares, romerales y tomillares.

Por último podemos hacer una interpretación del uso potencial de los distintos suelos presentes en el término de Fitero teniendo en cuenta el tipo y cuantía de una serie de factores limitantes y establecer de este modo un esquema de Capacidad potencial de uso de estos suelos siguiendo la metodología ya empleada por nosotros en otros trabajos como por ejemplo en el "Mapa de capacidad potencial de uso agrícola de la Comunidad de Madrid". Según esto el 6 % de los suelos de Fitero pertenecen a la clase A es decir prácticamente sin limitación alguna. El 12 % con ligeras limitaciones, a la clase B y el otro 24 % de suelos dedicados al cultivo ya tienen limitaciones más fuertes. La superficie mayor del término corresponde a los suelos cuyo uso potencial corresponde a la clase D, un 55 %, es decir con limitaciones muy severas que normalmente corresponden a problemas de erosión o a poca profundidad de los suelos. Por último resta un 3 % de la superficie que es totalmente improductiva y que englobamos en la clase E.

Si aplicáramos las normas de nuestro Ministerio de Agricultura y que emplea en sus Mapas de Clases agrológicas las ocho clases americanas, obtendríamos aunque con alguna pequeña discrepancia, algo semejante. Tomando como base la hoja 281 de estos mapas y extrapolando al resto del término de Fitero en función de los suelos, podemos decir

que el 6 % de los suelos son de la clase I, otro 6 % de la clase II, un 12 % de la clase III y un 18 % de la clase IV. Todos ellos son los suelos cultivables del término. De los no laborables un 15 % pertenecen a la clase V, el 30 % a la VI y el 10 % a la clase VII. Totalmente improductivos como ya hemos dicho y por lo tanto de la clase VIII son el 3 % restante.

Sintetizando todo lo dicho anteriormente, podemos indicar que de los suelos aquí estudiados, la mayoría de los Fluvisoles pertenecen a la clase A; la clase B está formada fundamentalmente por calcisoles y regosoles y a la clase C corresponden muchos cambisoles y parte de los gypsisoles, regosoles y calcisoles. Las clase D y E se nutren fundamentalmente de leptosoles.

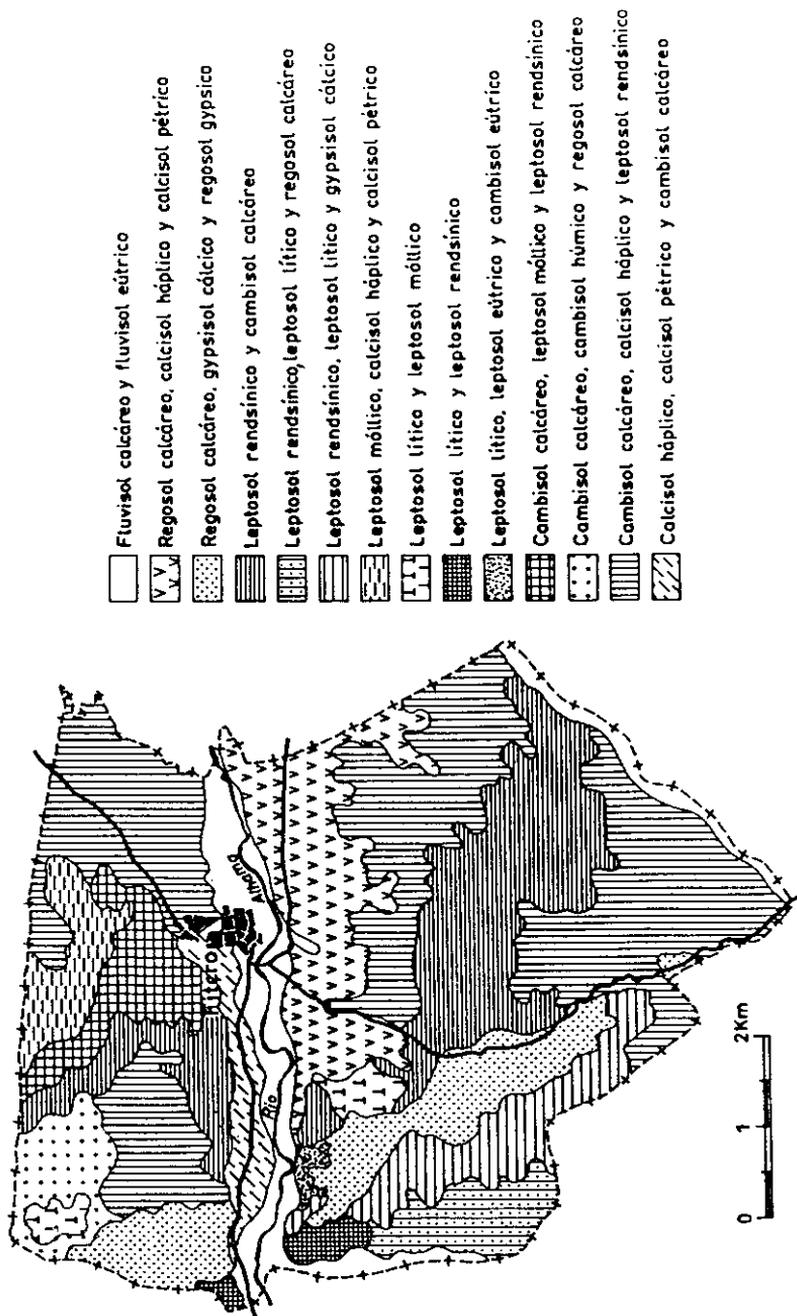
BIBLIOGRAFIA

- (1) ALBAREDA, J.M. 1940. El suelo. S.A.E.T.A. Madrid. pp:373
- (2) ALLUE ANDRADE, J.L. 1966. Subregiones fitoclimáticas de España. Instituto Forestal de Inv. y Exp. Madrid.
- (3) BELLOT, P. 1978. El tapiz vegetal de la Península Ibérica. H.Blume Ediciones. Madrid. pp:423
- (4) DANTIN, J y REVENGA, A. 1941. Las líneas y las zonas isóteras de España según los índices termopluviométricos. Avance al estudio de la aridez en España. Est. Geogr. 2:35-95
- (5) DIRECCION GENERAL DE LA PRODUCCION AGRARIA. 1974. Caracterización de la capacidad agrológica de los suelos de España. Metodología y normas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- (6) FAO-UNESCO. 1974. Mapa de Suelos del Mundo. 1:5.000.000 Vol.1 Leyenda. Paris.

- (7) FAO-UNESCO. 1989. Mapa mundial de suelos. Leyenda revisada. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos. Núm.60 Versión en español. Roma.
- (8) GUERRA, A et al. 1968. Mapa de suelos de España. Península y Baleares. 1:1.000.000. C.S.I.C. Madrid.
- (9) HOYOS, A. y MONTURIOL, F. 1981. Los suelos de la Comarca de Carabaña. *An. Real Acad. Farm.* 47:339-356
- (10) HOYOS, A.y MONTURIOL, F. 1983. Los suelos del término municipal de Alhama de Aragón. *An. Real Acad. Farm.* 49: 359-380
- (11) HOYOS, A y MONTURIOL, F. 1988.Los suelos del término municipal de Amedillo. Inst. de Esp. y Real Acad. Farm. Estudios sobre el Balneario de Amedillo. Memoria n.14 pp:68. Madrid.
- (12) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.) 1971. Mapa geológico de España. 1:200.000 Hoja 21. Logroño.
- (13) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.) 1973. Mapa geológico de España. 1:200.000 Hoja 22 Tudela.
- (14) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.) 1982. Mapa geológico de España. 1:50.000 Hoja 281 Cervera del Rio Alhama.
- (15) INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.) 1977. Mapa geológico de España. 1:50.000 Hoja 282 Tudela.
- (16) IÑIGUEZ, J. et al. 1981. Mapa de suelos de Navarra. Area con precipitación a 500 mm. anuales. Institución Príncipe de Viana. Año I Núm. 1 pp:9-30
- (17) IÑIGUEZ, J. et al. 1986. Mapa de suelos de Navarra. 1:50.000 Hojas 281, 282, 283, 320 y 321. Departamento de Edafología. Universidad de Navarra.
- (18) KLINGEBIEL, A. A.; MONTGOMERY, P. H. 1961. Land capability classification. U.S. Depart. of Agriculture. Soil Cons. Serv. Handbook 210. Washington.
- (19) KUBIENA, W. L. 1952. Claves sistemáticas de suelos. C.S.I.C. Madrid.
- (20) LAZARO, F.; ELIAS, F. y NIEVES, M. 1978. Régimen de humedad de los suelos de la España peninsular. Inst. Nac. de Invest. Agron. Madrid. pp 15.

- (21) MARTONNE, E.O. 1926. Areisme et indice d'aridité. C.N.Ac.Sc. 182:1395-1398.
- (22) MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1986. Caracterización agroclimática de Navarra. Madrid.
- (23) MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1977. Mapa de clases agrológicas. 1:50.000 Hoja 281. Cervera del Rio Alhama.Madrid.
- (24) MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1986. Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Navarra. 1:200.000 Madrid.
- (25) MONTURIOL, F. y ALCALA DEL OLMO, L. 1990. Mapa de Asociaciones de suelos de la Comunidad de Madrid. 1:200.000 Madrid.
- (26) MONTURIOL, F. y ALCALA DEL OLMO, L. 1990. Mapa de Capacidad potencial de uso agrícola de la Comunidad de Madrid. 1:200.000 Madrid.
- (27) MONTURIOL, F. y GUERRA, A. 1975. Los modernos sistemas de clasificación de suelos y su aplicación en España. *An. Inst. Bot. A. J. Cavanilles. C.S.I.C.* 32:1375-1384.
- (28) RIVAS GODAY, S. 1946. La aridez e higrócontinentalidad en las provincias de España y su relación con las comunidades vegetales climáticas. *An. Jardin Bot.* 7: 501-511
- (29) RIVAS MARTINEZ, S. 1989. Mapa de Series de vegetación de España. 1:400.000 Hojas 8 y 9. I.C.O.N.A. Madrid.
- (30) SOIL SURVEY STAFF. 1975. Soil Taxonomy. Handbook núm.436. Soil Conservation Service. U.S.D.A. Washington.

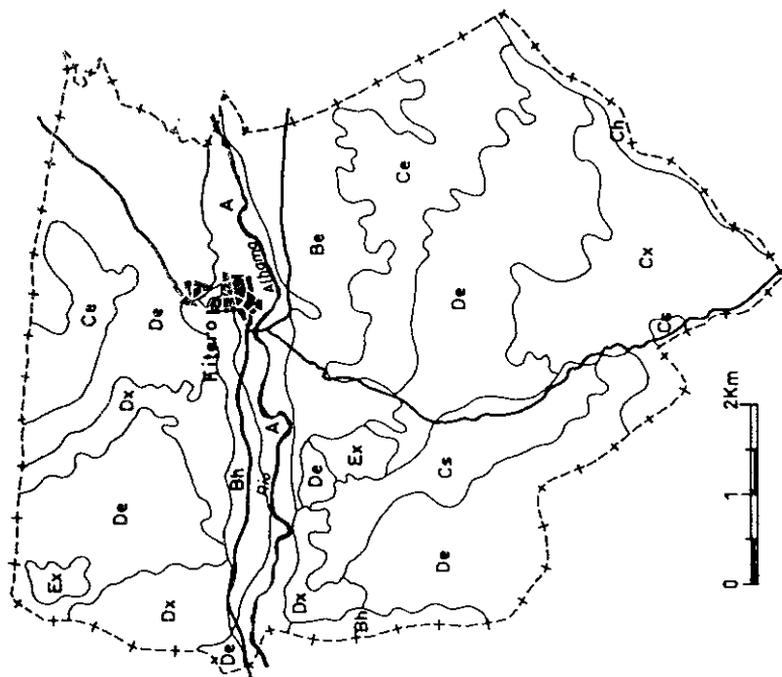
ESQUEMA DE ASOCIACIONES DE SUELOS



ESQUEMA DE CAPACIDAD POTENCIAL DE USO AGRARIO DEL SUELO

CLASES Y SUBCLASES

- A = Con pocas limitaciones o ninguna
- Be = Limitaciones moderadas debidas a la erosión
- Bh = Limitaciones moderadas de tipo hidrico
- Ce = Limitaciones acentuadas por la erosión
- Cx = Limitaciones acentuadas por escaso espesor del suelo
- Ch = Limitaciones acentuadas de tipo hidrico
- Cs = Limitaciones acentuadas debidas a la salinidad
- De = Limitaciones severas debidas a la erosión
- Dx = Limitaciones severas por escasa profundidad de suelo
- Ex = Limitaciones muy severas por falta de suelo



CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL CLIMA DE LOS BAÑOS DE FITERO

Diego Jover Fernández de Bobadilla
*Servicio de Meteorología Medioambiental
Instituto Nacional de Meteorología
Paseo de las Moreras s/n 28040 - Madrid*

El conjunto de balnearios conocido como Baños de Fitero, se encuentra a menos de 4 Km, al oeste del pueblo de Fitero, en la margen izquierda del Alhama, casi en el límite de la provincia de Navarra con la de Logroño.

Al oeste, a cierta distancia, se encuentran las últimas estribaciones del Sistema Ibérico, con las Sierras de Préjamo, de la Bellanera y de Alcarama, con alturas que superan los 1400 m.

Los datos iniciales corresponden a la localidad de Fitero, ya que, por estar a la misma altitud y a una distancia muy escasa, se pueden considerar representativos del clima de los Baños de Fitero; el período estudiado corresponde a los años 1973-1987 en lo relativo a datos termométricos y a los años 1968-1987 en lo relativo a lluvias.

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

ESTUDIO PLUVIOMETRICO

Desde el punto de vista pluviométrico, vemos que la lluvia media anual es más bien escasa, no llega a los 360 l/m^2 , siendo los meses más lluviosos abril y mayo, con 40 y 50 l/m^2 respectivamente; el mes más seco es enero con un promedio inferior a los 20 l/m^2 .

En cuanto a la lluvia máxima en 24 horas, vemos que el día más lluvioso de todo el período estudiado registró una precipitación de 62,6 l/m², que tuvo lugar el día 10 de julio de 1976.

El número medio anual de días de lluvia es de 89, siendo mayo el mes más lluvioso, con un promedio de 10 días y julio y agosto, los más secos, con un promedio de 5 días de lluvia cada uno.

El promedio anual de días de nieve es solamente de cinco: la nieve hace su aparición de forma muy esporádica en noviembre, con un promedio inferior a un día de nieve al mes; en los cinco meses siguientes hay un promedio de un día de nieve al mes; en el resto del año no se produce nunca este meteoro.

El promedio anual de días de granizo es aún más escaso, no llega a dos días al año; entre abril y septiembre es cuando se registra algún día de granizo aislado no dándose nunca en el resto del año; el mes con mayor frecuencia de granizo es mayo, que tuvo 9 días a lo largo de 15 años.

El promedio anual de días de tormenta es bastante más elevado, alcanzando 26 días al año; prácticamente, en invierno no se registran nunca tormentas siendo junio, julio y agosto los meses en que el promedio es mayor, con cinco tormentas al mes.

El promedio anual de días de niebla es de 27; en verano, las nieblas son muy escasas o nulas, siendo más frecuentes en diciembre y enero, con un promedio de 7 y 5 días respectivamente.

El promedio anual de días de rocío es el más abundante, pues se puede decir que los días de rocío equivalen a la mitad del año; los meses con mayor promedio son julio, agosto y septiembre con 20 o más días cada uno; los meses con menor promedio de días de rocío son enero y febrero con 7 y 9 días respectivamente.

El promedio anual de días de escarcha es de 35; se puede decir que no se registra nunca de mayo a octubre, siendo enero con un promedio de 10 días, el mes en el que más se da este meteoro.

El promedio anual de días en los que la nieve cubre el suelo es de 4, de los cuales corresponden 2 a enero y 1 a febrero y diciembre; ocasionalmente, puede darse algún caso aislado en marzo, abril y noviembre y nunca en el resto del año.

El promedio anual de días con precipitación inferior a $0,1 \text{ l/m}^2$ es de 7, que se reparten muy uniformemente a lo largo del año, siendo un poco más frecuentes en invierno, pero sin superar nunca el promedio de un día al mes.

El promedio anual de días de precipitación apreciable, o sea, igual o superior a $0,1 \text{ l/m}^2$, es de 88; el mes con mayor número de días de precipitación es mayo con un promedio de 11; en invierno y primavera suele haber un promedio de 8 días al mes; los meses más secos son julio y agosto, con 4 días cada uno.

El promedio anual de días de precipitación igual o mayor que $1,0 \text{ l/m}^2$ es de 58; los promedios mensuales son paralelos a los anteriores, aunque menores; mayo tiene el máximo, con ocho días; en invierno y primavera suele haber cinco días al mes y el mínimo corresponde a julio y agosto con tres días cada uno.

El promedio anual de días de precipitación igual o superior a $10,0 \text{ l/m}^2$ es de 10; estas precipitaciones se pueden registrar en cualquier época del año, aunque son más frecuentes en primavera.

Son escasísimos los días en que la precipitación supera los $30,0 \text{ l/m}^2$, apenas una vez al año, como promedio; suelen ser algo más frecuentes en diciembre.

ESTUDIO TERMOMETRICO

Desde el punto de vista termométrico, vemos que la temperatura máxima absoluta de todo el período estudiado fue de 43°C que se registró el 7 de julio de 1982.

La mínima absoluta fue de $-8,5^{\circ}\text{C}$ que tuvo lugar el 13 de febrero de 1983.

Los valores medios mensuales superan los 10°C a lo largo de siete meses, de abril a octubre; entre junio y septiembre se superan los 18°C de temperatura media.

Son muy escasos los días con temperaturas mínimas iguales o inferiores a los -5°C , dándose un promedio de un día al mes en diciembre, enero y febrero; en los restantes meses del año, no se alcanzan nunca estas temperaturas mínimas.

Los días con temperaturas mínimas iguales o inferiores a los 0°C son algo más frecuentes, con un promedio de 43 días al año; el mayor número de heladas se registran en enero y diciembre; en abril y octubre se registran en muy contadas ocasiones; entre mayo y septiembre no se registran nunca heladas.

Son muy escasos los días en los que la temperatura mínima alcanza los 20°C , pudiendo darse un promedio de un día al mes en julio y agosto; en junio sólo hubo un día con esta temperatura mínima; en el resto del año son desconocidas.

Las temperaturas máximas iguales o superiores a 25°C son las más frecuentes con un promedio anual de 108 días que se concentran entre junio y septiembre; en marzo y noviembre, se registró un día con esta temperatura máxima en cada uno de los dos meses, a lo largo de todo el período estudiado; en los meses de invierno, no se registra nunca.

El promedio anual de días con temperatura máxima igual o superior a 30°C es de 53, que se dan con más frecuencia en julio y agosto; en junio y septiembre también aparecen aunque no lleguen a 10 días al mes, como promedio; en los meses de octubre y abril, son escasísimos los días con estas temperaturas, pudiendo contarse con los dedos de la mano, a lo largo de todo el periodo estudiado; entre estos meses no se registran nunca estas temperaturas.

Los índices climáticos que podemos considerar son los siguientes:

- a) De acuerdo con la temperatura media anual, un clima se clasifica como:

FRIO, si esta temperatura es inferior a 10° C.

TEMPLADO, cuando está entre 10 y 20° C.

CALIDO, cuando supera los 20° C.

El clima de esta localidad, con una temperatura media anual de 13°C, se puede considerar **templado**.

- b) Teniendo en cuenta la diferencia entre las temperaturas medias del mes más cálido y del 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 22,9°C, mientras que la temperatura media del mes más frío es de 5,7°C, que se da en enero y diciembre. La diferencia entre estas temperaturas nos define el clima de Fitero como **Moderado**.

- c) De acuerdo con la clasificación de Köppen, basada en consideraciones sobre la temperatura y la lluvia, esta localidad está dentro del grupo BS (estepa).
- d) El índice de aridez de Lang viene 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 aproximado de 27, que sitúa a esta localidad dentro del clima árido.

- e) El índice de aridez de Martonne viene definido por el cociente

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

Donde R y T tiene el mismo significado anterior, nos da un valor de 15, lo que coloca a esta localidad en el clima de "estepas y países secos mediterráneos".

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

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

En la que T es la diferencia entre las temperaturas medias del mes más cálido y del más frío y α , la latitud geográfica.

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

Los valores correspondientes a esta localidad, nos dan un índice de continentalidad de 27.

CUADRO N° 1
LLUVIAS

	PRECIPITACION		Número medio de días												
	Total mm.	Maxim. diaria	Lluvia	Nieve	Granizo	Tormenta	Nieve	Rocío	Escar. cha	Nieve cubre suelo	< 0,1	> 0,1	> 1,0	> 10,0	> 30,0
Enero	19,3	17,8	8	1	..	-	5	7	10	2	1	8	5	0	..
Febrero	27,3	24,0	8	1	0	0	4	9	7	1	1	8	5	1	..
Marzo	28,4	58,8	8	1	..	0	1	13	4	0	1	8	5	1	0
Abril	40,0	34,7	8	1	0	2	1	14	1	0	0	9	6	1	0
Mayo	50,9	34,6	10	..	0	4	1	17	0	-	0	11	8	1	0
Junio	36,7	32,4	8	..	0	5	1	15	..	-	1	7	5	1	0
Julio	24,5	62,6	5	..	0	5	..	20	..	-	0	4	3	1	0
Agosto	24,2	38,4	5	..	0	5	0	22	..	-	1	4	3	1	0
Septiembre	22,2	27,7	6	..	0	4	1	20	..	-	0	6	4	0	..
Octubre	23,0	37,6	7	1	2	19	0	-	0	7	4	1	0
Noviembre	30,0	31,5	8	0	..	0	4	16	5	0	1	8	5	1	0
Diciembre	29,3	46,7	8	1	7	10	8	1	1	8	5	1	0
AÑO	355,8	62,6	89	5	2	26	27	182	35	4	7	88	58	10	1

CUADRO N° 2

TEMPERATURAS

	Max. abs.	Min. abs.	Max. med.	Min. med.	Med. mes	Número medio de días Temperatura				
						≤ -5°	≤ 0°	≥ 20°	Máxima ≥ 25°	
Enero	19,0	-7,0	10,3	1,1	5,7	1	14	-	-	
Febrero	20,5	-8,5	11,2	1,7	6,5	1	8	-	-	
Marzo	28,0	-2,0	14,2	3,6	8,9	-	4	0	-	
Abril	31,0	-0,5	16,8	6,0	11,4	-	1	2	0	
Mayo	34,0	0,5	20,8	8,9	14,8	-	-	8	1	
Junio	38,5	5,5	26,7	12,4	19,6	-	-	20	9	
Julio	43,0	7,5	30,7	15,0	22,9	-	-	27	19	
Agosto	41,0	7,0	29,6	14,6	22,1	-	-	26	16	
Septiembre	40,0	4,5	26,5	12,5	19,5	-	-	20	8	
Octubre	31,0	0,0	19,6	8,3	14,0	-	0	5	0	
Noviembre	26,5	-4,0	13,3	3,9	8,6	-	5	0	-	
Diciembre	21,0	-7,0	9,9	1,4	5,7	1	11	-	-	
AÑO	43,0	-8,5	19,1	7,5	13,3	3	43	2	108	53

Farmacodinamia, indicaciones terapéuticas y resultados de la crenoterapia en el balneario de Fitero (Navarra)

FRIAS FERNANDEZ, J.A. y ALDAVE VILLANUEVA, G.
Hidrólogos del Balneario de Fitero

FUENTES CASTELLS, A.
Antiguo Médico de Aguas minero medicinales del Balneario

I. FARMACODINAMIA

En este tipo de aguas, su principal uso es la aplicación externa y los factores a considerar son:

A) PROPIOS DE LAS AGUAS

a) Termalidad

La temperatura de emergencia es de 46.5°C y 48.5°C, (G.A. Becquer y V. Palafox respectivamente) y por consiguiente, un primer problema es reducir esta temperatura para hacerla adecuada a la aplicación humana.

Se consigue con estanques de enfriamiento. Estos admiten el agua desde el manantial a través de una secuencia de plataformas donde el agua pierde temperatura en su contacto con el aire. En estos estanques el agua no permanece estancada más de 24 h.

La aplicación se hace de 37 a 40°C lo que es muy adecuado en la terapéutica antirreumática, pues determina respuestas vasodilatadoras y activan la velocidad circulatoria, que origina un aumento de las redes arteriolas periféricas, suprimiendo la vasoconstricción, originando efectos relajantes y sedantes de la musculatura y ligamentos, en especial cuando están contracturados lo que produce analgesia y parasimpaticotonia,

liberándose, acetilcolina, histamina e histaminoides, que actúan como dilatadores periféricos que mejoran el riego y el trofismo tisular.

b) Composición química de estas aguas

La composición química de estas aguas determinada por P. García Puertas (11) califica a estas aguas de mineralización fuerte, mesotermales, hipotónicas, cloruradas, sulfatadas, sódicas. No vamos a describir monográficamente sus diversos componentes por haberse hecho ya por otros autores y por uno de nosotros en otras memorias de esta Real Academia (14).

El paso de los componentes del agua al organismo se hace por ingestión en pequeñas cantidades, por algunos pacientes aficionados, ya que por sus altos residuos secos, demanda química de oxígeno y contenido en calcio no son potables.

La vía transcutánea hoy admitida (9, 10, 17) para pequeñas cantidades.

c) Radiactividad

J. Palomares (13) nos dice que el nivel de radiactividad en Fitero es superior a los anteriores balnearios por él estudiados y que en lugares cerrados puede detectarse un exceso de Rn-222, por lo que deben ventilarse.

Ante ese conocimiento, se hicieron doximetrías de radioactividad en la Estufa General, lugar donde es previsible la mayor acumulación. Los resultados de dos tipos diferentes de doxímetros instalados en cuatro cabinas de Estufa durante un mes, revelaron que sería preciso una permanencia de más de 20 días completos en ese ambiente para alcanzar dosis peligrosas. Recordemos que la aplicación de la Estufa es tan solo 10 minutos diarios durante 9-13 días que suelen durar las curas termales.

Las aguas termales radiactivas según varios autores (2) son: sedantes, calmantes, antidolorosas, espasmolíticas y antiinflamatorias.

B) PROPIOS DE LA FORMA DE APLICACIÓN

TECNICAS HIDROTERMALES

1) **Baños generales.**- Son de capacidad suficiente para la realización de hidrocinesiterapia simple. Disponen de hidromasaje subacuático autoaplicado y chorro fijo para su aplicación en zonas altas de la espalda, hombros etc.

El volumen total de agua de cada pozo es de unos 2.000 litros, habiéndose instalado en cada uno de ellos pasamanos que facilitan el acceso a pacientes con discapacidades.

La temperatura de aplicación oscila entre 37° y 40° C con tiempos entre 10 y 20 minutos. Se disponen entre los dos balnearios de un total de 21 bañeras.

2) **Baños de burbujas.**- Mediante un sistema de aire a presión se crean turbulencias que realizan un hidromasaje corporal global, cuyo efecto es fundamentalmente relajante y favorecedor de la circulación arterial y de retorno venoso. Al crearse corrientes de agua, la transmisión de calor al organismo es menor.

El tiempo de aplicación es de 15 a 20 minutos. Se dispone de un total de cuatro bañeras.

3) **Chorro general.**- Es la aplicación del agua mediante un chorro a presión media de dos atmósferas y a una distancia de unos 3.5 metros del paciente, dirigido a las zonas paravertebrales del raquis, fundamentalmente. Las variaciones, tanto de temperatura como de presión, permiten combinar efectos de estímulo o relajación. Se disponen de un total de tres.

4) **Chorro lumbar.**- A diferencia del anterior es una aplicación exclusiva de zonas bajas de la espalda. La persona que lo recibe, se sitúa sentada de forma adecuada mientras recibe un chorro de agua proyectado desde un dispositivo especial que ha sido regulado en presión y temperatura previamente.

5) **Ducha de columnas.**- Consiste en tres columnas con doce duchas en total, por las que el agua sale con gran dispersión, provocando en la piel reflejos generales de relajación o estímulo dependiendo de la temperatura y presión a la que se aplique.

6) **Estufa general o sauna termal.**- Tiene las características peculiares de ser una gruta natural, con una humedad relativa muy alta y una temperatura media de 45° C; lo cual nos permite aprovechar los efectos del calor y la composición química del agua, fundamentalmente en vías respiratorias, así como a través de la piel. Siendo pues, muy beneficioso en las diversas enfermedades del aparato respiratorio, reumáticas y de un efecto relajante general muy significativo. Su aprovechamiento se hace, con una respiración normal, en la que el vapor entra por nariz y boca simultáneamente, permaneciendo sentados.

7) **Estufa parcial.**- Es una aplicación local de vapor de agua termal, tanto para miembros superiores como inferiores a través de unos agujeros que comunican con la gruta natural. Mientras dura la sesión, se realizan movilizaciones con los dedos, muñecas y tobillos.

8) **Aerosolterapia.**- Disponemos de cuatro aparatos para aerosolterapia termal que nos permiten mezclar fármacos si es preciso, usando siempre agua termal, por vía nasal o bucal. Las características de estos aparatos permiten realizar además duchas faríngeas y nasales.

9) **Agua en bebida.**- La composición química del agua no permite usar esta como cura hidropínica, si bien, una administración en pequeñas cantidades se presupone beneficiosa en la sudoración posterior y quizás con algún efecto sistémico.

Tras el baño general y la estufa aconsejamos un traslado en carro de ruedas con el paciente tapado en sábana y manta de manera que se provoca la sudoración a la vez que el control de las constantes cardiovasculares es de recuperación progresiva.

TECNICAS COMPLEMENTARIAS

1) **Parafangos.**- Su principal efecto es por termoterapia, consiguiendo transmitir gran cantidad de calor a estructuras profundas; siendo aplicaciones locales, en una o más articulaciones afectadas.

2) **Masaje-Rehabilitación.**- Resulta fundamental como complemento a las técnicas hidrotermales en la patología más frecuente en el balneario. La masoterapia y la fisioterapia permiten conservar-mejorar la capacidad funcional articular.

Disponemos de un gimnasio equipado con los medios necesarios de mecanoterapia para tratamiento de los diferentes segmentos del aparato locomotor (recuperación muscular, capacidad articular específica etc.)

3) **Masaje baño ducha.**- Es una aplicación de masaje que se recibe a la vez que cinco chorros de ducha están dejando caer agua termal sobre todo el cuerpo. Se conjugan pues, los efectos del agua y los del masaje. Así, desde la relajación general conseguida con el agua se potencian las acciones específicas de los diferentes tipos de masaje y de la movilización articular.

4) **Electroterapia.**- Disponemos de electroterapia interferencial que según espectro de aplicación tiene efectos que van desde la analgesia hasta la contracción muscular pasiva. Además disponemos de laserterapia infrarroja para uso analgésico puntual.

MEDIOS HUMANOS

Los medios humanos con los que cuenta un balneario son todos los empleados de la empresa que hacen que esta funcione y todos de una forma u otra tienen responsabilidad en el resultado final de la cura balnearia.

La estructura del personal sanitario es de dos médicos fijos en dedicación completa, un puesto de médico colaborador, una Ayudante

Técnico Sanitaria (Diplomada Universitaria de Enfermería), una auxiliar de clínica, cinco quiromasajistas especializados, una fisioterapeuta y personal administrativo en la Dirección Médica.

Además cabe añadir a esto, el personal de la galería de baños y el equipo de socioanimación con el que se trabaja estrechamente.

METÓDICA DE TRABAJO CLÍNICO

El paciente llega al área de consultas donde es recibido por el personal administrativo de la dirección médica. Aquí se recogen sus datos de filiación y se les abre una historia clínica o se imprime, si el paciente repite su estancia en el balneario.

Tras esto pasa a la consulta donde se completa la historia y reconocimiento, prescribiéndose el tratamiento necesario o bien, se puede solicitar pruebas complementarias como electrocardiograma o analítica.

Si el paciente precisa control de enfermería (hipertensos, diabéticos, etc.) es citado en ese momento.

Se atienden diariamente las consultas a demanda y las incidencias, existiendo un servicio permanente de urgencias durante las 24 h.

En una gran parte de los casos se recoge una valoración final de la cura termal y se emite un informe escrito para el médico de familia.

Existe un horario de presencia médica en la galería de baños.

C) FACTORES PERSONALES DEL ENFERMO

a) **Psíquicos.** Hay una decidida influencia de los efectos ambientales, relaciones humanas etc. que actúan favorablemente y es diferente según los individuos.

b) **Relajación.-** Se produce al separarse del habitual medio ambiente y desconectarse de problemas cotidianos.

c) **Acción general estimulante inespecífica.-** El tratamiento hidrotermal actúa como estimulante inespecífico y la forma reaccional

individual al mismo es muy diferente y de ella depende en parte los resultados obtenidos y fenómenos que serán estudiados más tarde en reacciones secundarias.

d) **Sudoración.**- Permite prolongar los efectos de la cura más tiempo, eliminación de catabolitos, ClNa, transmineralización y recambio hídrico.

II. INDICACIONES TERAPÉUTICAS

Las indicaciones de la cura termal hoy son tan amplias como lo es el concepto global de salud del individuo. En este marco, cada balneario se debe de esforzar para alcanzar la especialización en aquellos campos médicos donde sus aguas estén indicadas.

Persiguiendo estos objetivos, en el balneario de Fitero tratamos de cuidar todos los factores que intervienen en la salud del sujeto; a saber, físico, psíquico y social, en la tarea de perseguir un concepto global de salud.

Podemos decir así, que realizamos una labor asistencial de procesos ya diagnosticados por los que los pacientes nos acuden, una labor preventiva primaria tratando de luchar contra los factores de riesgo en general y potenciando hábitos saludables, una labor preventiva secundaria descubriendo patología que no había sido diagnosticada y evitando sus consecuencias.

Hasta aquí lo dicho, cualquier persona de cualquier edad, puede encontrar indicación en la cura termal y así lo defendemos, pero según las características físico-químicas de nuestras aguas y los medios técnicos y humanos de que disponemos podemos decir que las **principales indicaciones** del balneario de Fitero son:

1.- *Procesos del aparato locomotor*

1.1 **Reumatología**

1.1.1 Artrosis de cualquier localización.

- 1.1.2 Enfermedades sistémicas que cursan con Poliartritis (incluye artritis reumatoidea, espondilitis anquilopoyética, Reactivas, Colagenosis, etc.).
- 1.1.3 Procesos Reumatológicos de origen Metabólico (Osteoporosis. Gota).
- 1.1.4 Procesos Reumatológicos de origen Endocrino.
- 1.1.5 Trastornos estructurales de columna vertebral.
- 1.1.6 Patología Discal
- 1.1.7 Reumatismos Musculares y de P. Blandas (incluye Hombro doloroso y Entesopatías).

1.2 Rehabilitación

- 1.2.1 Postraumática
- 1.2.2 Posneurológica

2.- Respiratorio

- 2.1 EPOC (Bronquitis Crónica, Enfisema, Asma)
- 2.2 Enfermedades Pulmonares Restrictivas Crónicas
- 2.3 Rinosinusitis de cualquier Etiología
- 2.4 Faringitis Crónica
- 2.5 Laringotraqueitis

3.- Procesos Arteriales periféricos

- 3.1 Obstructivos (Arterioscleróticas, enfermedad Buerger)
- 3.2 De Origen Neurovegetativo (Raynaud, Acrocianosis)

4.- Procesos Psiquiátricos menores

5.- Curas de obesidad

6.- Profilaxis.- Prevención.- Descanso

En cuanto a las **CONTRAINDICACIONES ABSOLUTAS** de la cura termal podemos citar globalmente aquellos pacientes que no se valen por si mismos, que precisan ayudas para tareas mínimas (grado IV c. funcional según ARA). Las insuficiencias descompensadas (cardiacas, respiratorias, etc.). Las neoplasias avanzadas, estados infecciosos.

Las **CONTRAINDICACIONES RELATIVAS** son peculiares para cada una de las técnicas a emplear y también dependen del estado clínico del paciente. Así, la temperatura tiene que limitarse en los pacientes con insuficiencia venosa, cardiopatía esquémica etc. o las técnicas con presión pueden estar contraindicadas en una diátesis hemorrágica o en un paciente afecto de hernia discal aguda.

En cuanto a los **EFFECTOS SECUNDARIOS O INDESEABLES**, podemos citar en primer lugar la "crisis termal" que consiste en un cortejo de síntomas variables con aumento del dolor, a veces inflamación articular (fundamentalmente en as poliartritis), febrícula, astenia, etc. Se ven también con relativa frecuencia, variaciones de la tensión arterial, crisis vertiginosa por manipulación cervical, púrpura ortostática por calor etc.

hay que mencionar que el empleo sensato y minucioso de las técnicas hidrotermales hacen raros la aparición de estos efectos.

III ESTUDIO DE LOS PACIENTES Y RESULTADOS

En este apartado describiremos las características demográficas de la población que ha sido atendida en el año 1.991.

De las 8052 personas que han pasado por el balneario, un 84% han recibido tratamiento termal, correspondiendo el resto a turistas que acuden para hacer uso de las instalaciones hoteleras.

En los meses que permanece abierto el balneario (15 de Marzo a 15 de Diciembre) se trabaja con tres tipos de pacientes:

- 1) Particulares o privados, suponen el 48,12%.
- 2) Grupos organizados por las Cajas de Ahorros (Fondo de Acción Social). Suponen el 27,84% del total.
- 3) Grupos acogidos al plan de termalismo Social del INSERSO. Suponen el 24,04%.

Para el estudio de las variables se recoge una muestra amplia de 3.809 casos donde excluimos beneficiarios de INSERSO por razón de disponibilidad de datos al día de hoy.

Sexo: Se distribuyen en 37.5% hombres y 62,5% mujeres.

Edad: El 76% de los pacientes superan los 60 años y por encima de los 70 tenemos un 43,7%.

Las enfermedades reumáticas son la principal indicación en el balneario de Fitero y esto condiciona en gran medida esta distribución de edades.

Origen: El enclave geográfico del balneario y la densidad de población de las diferentes comunidades autónomas de origen condicionan esta distribución que es como sigue:

- Navarra: 28,1%
- Guipuzcoa: 25%
- Zaragoza: 11,5%
- Vizcaya: 9,1%
- Madrid: 9,1%
- Cataluña: 4%
- Alava: 3,7%
- Huesca: 1,6%
- Otras: 7,9%

En cuanto a la ESTANCIA MEDIA de la población en estudio, oscila entre 8 y 10 días, para los beneficiarios de INSERSO es de 15 días.

El 64% de las personas que componen esta muestra REPITEN una o más veces la cura termal en el mismo o en anteriores años.

En cuanto a la información o consejo que siguen nuestros pacientes para llegar a nosotros señalar que sobre el 10% lo hacen por indicación de su médico de cabecera o especialista. Este tanto por ciento se está incrementando con el paso de los años.

DISTRIBUCIÓN DE DIAGNÓSTICOS

Aquí se describen los grupos de diagnóstico que promueven la prescripción de la cura termal según las indicaciones antes descritas.

- Artrosis de cualquier localización. (1.1.1)	44.50%
- Profilaxis - Prevención- Descanso (6)	20.45%
- Procesos Reumatológicos de origen metabólico (1.1.3)	9.20%
- T. Estructurales de CV. (1.1.5)	4.90%
- Enfermedades Sistémicas con poliartritis (1.1.2)	4.25%
- EPOC (B. Crónica, Enfisema, Asma) (2.1)	4.20%
- Procesos Psiquiátricos menores (4)	3.15%
- Reumatismos Musculares. P. Blandas (1.1.7)	3.00%
- Procesos Reumatológicos Origen endocrino (1.1.4)	2.40%
- Rinosinusitis. Corizas (2.3)	1.80%
- Faringitis Crónica (2.4)	1.50%
- Rehabilitación Postraumática (1.2.1)	0.90%
- Rehabilitación posneurológica (1.2.2)	0.60%
- Curas de obesidad (5)	0.25%
- Procesos Arteriales Obstructivos (3.1.1)	0.20%

Para la muestra recogida no existen casos del resto de los diagnósticos.

VALORACIÓN DE LA CURA TERMAL

Para este apartado hemos recogido datos globales de la valoración subjetiva que los pacientes juzgan de la cura termal. Puede por tanto resultar poco significativo, pero la dificultad en nuestra actividad para recoger datos objetivos es grande, además de que un estudio específico por patologías requiere una amplitud de trabajo que estamos preparando para un futuro próximo con la informatización de datos, etc.

Un 55.5% experimentan algún tipo de mejoría y un 45.5% permanecen estacionarios en el momento de terminar la cura, claro que la mejoría sintomática puede obtenerse hasta pasados días ó meses después de

finalizada la cura termal. Nosotros hemos empezado a recoger estas valoraciones de forma sistemática para su proceso estadístico en este año y por eso no tenemos datos de períodos de tiempo largos. Sin embargo, podemos afirmar por experiencia ajena y propia que los porcentajes de mejorías sintomáticas son más elevados.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALVARO-GARCÍA SANFIZ, J.M. (1988). "Cronoterapia y Crenoterapia: Cronocrenoterapia". *Bol. Soc. Hidrología Médica*. Vol. III, nº 2.
- (2) ARMIJO VALENZUELA, M. (1968). Compendio de Hidrología Médica. Editorial Científico Médica. Barcelona.
- (3) ARMIJO VALENZUELA M. (1975). Acciones sobre el organismo humano de las aplicaciones generales termobifásicas. Discurso de ingreso en la R.A. Medicina.
- (4) ARMIJO VALENZUELA, M. (1976). "La sauna en el tratamiento de las enfermedades reumáticas". *Revista de Reumatología*. Nov.
- (5) ARMIJO VALENZUELA, M. (1981) "La cura balnearia en el envejecimiento condroarticular". *Anales Real Academia Medicina*. Tomo XCVIII cuaderno 4º.
- (6) ARMIJO Y SAN MARTÍN, J.(1984) La salud por las aguas termales. Ed. Edaf. Madrid.
- (7) BORRACHERO DEL CAMPO, J.; ALBASANZ, J.L.; ALVARO.GRACIA, J.M., CEBALLOS, M.A. Y VALERO, A. (1990). "Reumatismos no articulares". *Bol. Soc. Hidrología Médica*. Vol 5, nº 2.
- (8) DINCOULENCO, T.; GHENTY, E., y col. (1966). "Recherches concernant l'absortion cutanéé du sodium radioactif incorporé dans léau de mer". C.R. Congr. Thalasotheapie Wésterland 215.
- (9) DUBARRI, J.J. Y TAMARELLE (1972) "Penetración percutánea en balnéotherapie thermal". *Press Termale Clinique* 109-196.
- (10) FRIAS, J.A.; ALDAVE, G. Y GUERRERO, M.D. (1991). "Experiencia reciente de Informatización en Fitero". *Bol. Soc. Hidrología Médica*. Vol. VI nº 1.
- (11) GARCÍA PUERTAS, P.; TORIJA ISASA, Mª E.; GARCÍA MATA, M.; TENORIO SANZ, Mª D.; VIDAL MARÍN, V. Y MANZANARES ALONSO, P. Análisis físico químico de las aguas de Fitero (en la presente Memoria).
- (12) HENRKSSEN, J.D.; ARMIJO, M.; BOULANGE, M.; FORESTIER, F.; LERMA, M.; y col. (1990).Symposium "Medical Hydrologie in Rehabilitation". Congreso Mundial de Rehabilitación. 1990. *Bol. Soc. Hidrología Médica*. Vol. V, nº 3.
- (13) PALOMARES LÓPEZ, J.; TRAVESI JIMÉNEZ, A. Y MARTÍNEZ LOBO, A. Análisis de la radiactividad de las aguas de Fitero (en la presente memoria).
- (14) REAL ACADEMIA DE FARMACIA (1977-1990). Monografías sobre Aguas Minero-Medicinales.

FARMACODINAMIA, INDICACIONES TERAPEUTICAS Y RESULTADOS 149
DE LA CRENOTERAPIA EN EL BALNEARIO DE FITERO (NAVARRA)

- (15) ROMERO VELASCO, E. (1988). Termalismo en el envejecimiento fisiológico. *Bol. Soc. Hidrología Médica*. Vol. III nº 2.
- (16) ROTES-QUEROL, J. Y ROLDÁN, A. (1989). "Hidroterapia en las cervicalgias psicógenas". *Rehabilitación*. Vol. 14, Fasc. 2.
- (17) SAMITIER AZPERREN, J. (1981). El Balneario Virrey Palafox de Fitero. Public. Diputación Foral de Navarra.
- (18) SANMARTÍN BACAICOA, J. (1988). "Reumatismos psicógenos y curas balnearias". *Bol. Soc. Hidrología Médica*. Vol. III nº 1.
- (19) SANMARTÍN BACAICOA, J. Y SAN JOSÉ ARANGO. (1989). Paso a través de la piel de los factores mineralizantes de las aguas utilizadas en balneación. *Bol. Soc. Hidrología Médica*. Vol. IV nº 1.
- (20) VALERO CASTEJÓN, A. Y OLIVELLA, J. (1988). Alteraciones Degenerativas Articulares y Termalismo. Comunicación Congreso Hidrología Médica de Caldas de Malavella.
- (21) VALERO CASTEJÓN, A. (1989). La periartrosis Escapulo-Humeral y su tratamiento en Caldas de Bohí. Comunicación. Reunión Internacional de Hidrología en Madrid.