

**BALNEARIOS DE ESPAÑA
AGUAS MINERALES Y MINERO MEDICINALES
MONOGRAFÍA XXXII**

EL RAPOSO



REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA



Editor: Antonio L. Doadrio Villarejo

2013

EQUIPO EDITORIAL

Editor Jefe y Editor on line

Antonio L. Doadrio

Presidente de la Comisión de Aguas minerales y minero medicinales

César Nombela Cano

Secretaria de la Comisión de Aguas minerales y minero medicinales

Carmen de la Rosa

Vocales de la Comisión de Aguas minerales y minero medicinales

M^a del Carmen Francés Causapé. Bartolomé Ribas Ozonas. Miguel Rubio Huertos. Antonio L. Doadrio Villarejo. Benito del Castillo García. Fidel Ortega Ortiz de Apodaca. Bernabé Sanz Pérez. Rosa Basante Pol. María Vallet Regí. Miguel Ladero Álvarez. Francisco Monturiol Rodríguez. Josefina San Martín Bacaicoa. Antonio Ramírez Ortega. Juan Antonio López Geta. Esperanza Torija Isasa. M^a Antonia Simón Arauzo. Agustín Valero Castejón. Carmen Heras Iñiguez. Luis Miguel López Carral. Daniel P. de la Cruz Sánchez Mata. Antonio López Lafuente. José de Vicente González

EDITA:

Real Academia Nacional de Farmacia. Farmacia 11, 28004 Madrid. Spain

Teléfonos: +34915310307-+34915223147. Fax: +34915310306

e-mail : edicion@ranf.com

Web: <http://www.ranf.com>

Publicación subvencionada por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Gobierno de España.

ISSN: 1697-4271

ISBN: 978-84-940609-5-3





BALNEARIO EL RAPOSO

ÍNDICE

PRÓLOGO

César Nombela

10

ESTUDIO I

Historia y generalidades

María del Carmen Francés Causapé y M. López González

14

ESTUDIO II

Análisis físico químico de las aguas

M. Esperanza Torija Isasa, Mercedes García Mata y M. Dolores Tenorio Sanz

ESTUDIO III

Análisis de reactividad de las aguas

M. Carmen Heras Íñiguez, Ana M. Suárez Fidalgo, Catalina Gascó Leonarte; Beatriz Romero del Hombrebueno Pozuelo, J. A. Trinidad Ruiz y M. Antonia Simón Arauzo

ESTUDIO IV

Análisis microbiológico de las aguas

M. Carmen de la Rosa Jorge, Concepción Pintado García, Carmina Rodríguez Fernández, M. Ángeles Mosso Romeo



ESTUDIO V

Vegetación del entorno botánico del Balneario

Miguel Ladero Álvarez, Ángel Amor Morales, Miguel Ángel Luengo Ugidos, José Luis Pérez Chiscano, M^a Teresa Santos Bobillo, Elena Gil Pacheco, Francisco J. González, Ignacio Ladero Santos

ESTUDIO VI

Geología e hidrología

Jesús M. Rosino

ESTUDIO VII

Suelos del entorno del Balneario

Antonio López Lafuente, M^a Isabel Hernando Masanet, Concepción González Huecas, Ana de Santiago Martín, y Francisco Monturiol Rodríguez

ESTUDIO VIII

Aguas y peloides: acción terapéutica

Josefina San Martín Bacaicoa y Agustín Valero Castejón

ANEXO

Climatología del entorno del Balneario

F.Javier Mantero Sáenz y Yolanda Galván Ramírez

ABSTRACTS

I. History and generalities

An account of the geographical position of El Raposo' Spa is given. Including a brief history of it and its situation nowadays. A particularly reference it is made about their proprietaries and the first chemical composition of the mineralmedicinal waters of this spa and about the notices in relationship the date in which it was open (1926) and another ones in relationship the medically effects of the waters and muthbath.

II. Physico-chemical analysis

This work considers the physico-chemical analysis of the waters from El Raposo. The historic old data are mentioned. The results obtained applying modern methods are commented in comparison to the values obtained by other authors. The samples analysed corresponded to those taken directly in the natural source of the water. According to the chemical and physical composition found in the samples, the minero-medicinal waters of El Raposo are hipotermales, having media mineralization values and a high content of bicarbonates and calcium.

III. Analysis of radioactivity

The CIEMAT Laboratory of Environmental Radioactivity carried out radioactivity analyses of El Raposo Spa water. With this aim the most important natural radionuclides were determined in water from spring water. The measurement and knowledge of radioactivity level in water is an interesting and convenient topic. The consumption of water, which has dissolved some radionuclides, could lead to internal irradiation both by ingestion and by inhalation. Therefore it is necessary, in some cases, to determine the water radioactivity level in order to assess the dose.



IV. Microbiology of the mineral waters

The autochthonous and allochthonous microbiota of two mineral springs have been studied in the Spa “El Raposo” (Badajoz). The total number of microorganisms present in the water was of $9.1 \times 10^4/\text{mL}$, being the majority alive (70.3 %). Neither faecal indicators nor pathogenic microorganisms were founded so these waters comply with Spanish legislation on drinking water. The autochthonous microbiota predominantly correspond to oligotrophic aerobic Gram negative bacteria (73%), belonging to the Class Gammaproteobacteria and in smaller proportion to Gram positive bacilli (23.5 %) and cocci (3.5%). On the other hand, ammonifying, proteolytic, amylolytic, and cellulolytic bacteria as well as fungi were detected in 100 mL of water. The microbial mats that grow in the garden’s channels of the Spa were studied as well. An association of green alga, filamentous and spherical cyanobacteria and diatoms forms these mats.

V. Vegetation of the botanical environment

The work studies the vegetation in the surroundings of the Raposo, Puebla de Sancho Pérez, (Badajoz), with floral, bioclimatic, biogeographic and pedological aspects being considered. This has allowed us to identify and delimit the most important vegetable communities and their more representative serial stages. In the general order of work, we have followed a systematic vegetable series, beginning with the foremost of the climatophilous, edaphofilous and edaphoxerofilous series. With a view to offering a greater understanding of the different vegetable communities under study within the present text and also of the more representative medicinal plants, we have presented a series of colour photographs of the different biotopes, as well as of the wild medicinal plants in the area. In this study we have tried to paint out the enormous ecological value of the landscape involved. This is, without doubt, one of the best conserved areas of the Iberian Peninsula.

VI. Geology and Hydrogeology

The mineral-medical waters of the El Raposo Spa, arise through a gallery 51 meters long, 2.12 meters wide and 2.67 meters high, covered with bricks, dug superficially in Cambrian

quartzite and slate with sub vertical structure , which is located under a coating detrital quaternary of very thin (1-2 m). This gallery provides a flow of 2.5 l/s average of mineralized water (948 $\mu\text{S}/\text{cm}$) with a calcium bicarbonate composition, significant contents of chlorides, nitrates and sodium, and other minor components among which nickel (4.69 mg/l), selenium (2.15 mg/l), lead (0.97 mg/l) and barium (0.42 mg/l). The aquifer is formed by a surface area detrital quaternary of alluvial material consisting of clay, sand, ridges and calcareous crusts, up to 3 meters thick, and cracked a lower zone, consisting of discontinuities (bedding planes, fissures and fractures) affecting Palaeozoic materials up to about 40-50 meters deep. It is an unconfined aquifer that is fed by rainwater infiltration, which levels come from the Matasanos and the Raposo streams that come to constitute the aquifer axis of natural unload. The spa is famous for its peloids, obtained from stream sediments of Raposo steams and marinated in tanks for a period of 5 to 8 months, which are used by wrappers for the treatment of rheumatic and osteo-articular problems.

VII. Soils in “El Raposo” spa environment (Badajoz)

We present in this study developed three soils from different materials belonging to the Cambrian and Quaternary around the Spa Raposo of the province of Badajoz. Two of them (profile P-I and P-II) formed on shales, sandstones and limestones and P-III profile on crusts formed on highly degraded limestone under Mediterranean climate. We evaluated the morphological, physical, chemical and mineralogical characteristics of soils. The profiles derived from shale and sandstone, surface horizons showed influenced by agricultural activity that they develop (cereal and olive cultivation) with polyhedral granular structure and low content of organic C, medium-fine texture, high carbonate content equivalent calcium and saturated. The profile P-III, dedicated to the cultivation of vineyards, features textured red clay is carbonate free and having a base saturation > 50%. Mica-illites were the dominant clay minerals in profiles P-I and P-III. In the profile P-II were majority smectites and chlorites. As laminar minerals quartz and calcite was detected in varying proportions. The low precipitation <450 mm attached to the nature of the materials to make original



edaphogenic processes at present, are produced with low intensity. Profiles PI and P-II were classified as Typic xerorthent and Vertic xerochrept and the P-III Typic rhodolxeralf developed from degraded limestone, which has occurred decarbonation with subsequent washing and flushing clays.

VIII. Spa water and peloids. Therapeutic actions

An account of the beginning, evolution and the nowadays situation of the El Raposo Spa are exposed. Main characteristics of peloids are indicated as well as its application techniques, actions, indications and contraindications of the mud baths. A particular reference is made to the first chemical analysis of the mineral waters of this spa and the actual analysis which shows its composition, being hypothermal mineral water and presents a mean level of mineralization, bicarbonates, chloride, calcium and sodium are the predominant elements. A revision is made of the possible actions and indications according to the administration way as well as its contraindications. The different used techniques are specified. Supplied information concerning to number, sex and age of users as well as the most frequent pathologies are shown in graphics.

Annex. Climatology of the El Raposo Resort

A bioclimatic study of the El Raposo Spa is described in this paper. The termometric and pluviometric data corresponding to climatological station of Zafra, next to the Spa. It has been calculated the effective temperature and through this the temperature – humidity index and the comfort behaviour number. From these data a bioclimatic classification has been proposed.

PRÓLOGO

El balneario de El Raposo

■ César Nombela Cano

*Presidente de la Comisión de aguas minerales y minero medicinales de la Real Academia Nacional de Farmacia.
edicion@ranf.com*

La serie de monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia, dedicada a balnearios presentan un nuevo estudio, el nº 32. Son ya numerosos los análisis científicos dedicados a estas instalaciones, los balnearios, cuyo establecimiento se ha producido en lugares privilegiados por la naturaleza. La gran variedad de balnearios existentes y las propiedades de las aguas que en ellos emergen ha propiciado toda una cultura, ya tradicional, de utilizar estos lugares para la promoción de la salud. El bienestar que proporciona la residencia en estos lugares se une a lo saludable que pueden ser los tratamientos naturales a los que los residentes se pueden someter.

No son casuales las propiedades de las aguas que brotan en de los manantiales de aguas minero-medicinales. Más bien son consecuencia de un entorno determinado, cuyas características geológicas y bioclimáticas son las que en primer lugar han propiciado lo fundamental, la naturaleza y propiedades de las aguas que definen a cada balneario. Pero, igualmente importante es la historia del lugar, como asentamiento humano, que ha determinado un uso del suelo, unas prácticas agrícolas y una gestión de la conservación de cada entorno. La variedad de balnearios existentes hace de cada uno de ellos un lugar único. Por ello, los estudios de balnearios, que durante casi tres décadas ha venido



promoviendo esta real corporación, se basan en una consideración global del lugar y de las aguas en él emergen, cuyo conocimiento precisa de una aproximación multidisciplinar.

La riqueza de las especializaciones y capacidades de nuestros académicos, así como de otros científicos expertos que han colaborado en estos trabajos, permite ofrecer estudios tan completos como el que aquí presentamos.

Situado en la zona sur-occidental de la provincia de Badajoz, en las proximidades de ciudad de Zafra, el balneario de El Raposo se ubica por tanto en territorios relevantes para muchos momentos de la historia de España. Desde la dominación romana, pasando por momentos claves de la dominación árabe y los reinos de taifas, así como de la Reconquista, son lugares en los se llegaron a mantener actividades agroalimentarias y ganaderas de gran relevancia comercial.

Las doctoras María del Carmen Francés y María López reflejan en su aportación todos estos antecedentes históricos para situarnos ya en el momento actual. Se trata de un entorno de alto valor paisajístico, cuyas comunidades vegetales han sido reflejadas en este trabajo por el Dr. Miguel Ladero y sus colaboradores de la Universidad de Salamanca, doctores Amor, Luengo, Pérez Chiscano, Santos, Gil, González y Ladero Santos. Todo ello acompañado por imágenes de los biotopos y de las plantas medicinales del entorno. Tampoco falta una descripción precisa de datos climáticos de los que cabe calcular índices que puedan dar idea de la sensación de confort. Así lo muestra el trabajo que aportan los doctores Mantero y Galván de la Agencia Estatal de Meteorología.

Del manantial de El Raposo brotan aguas hipotermas, que surgen a 17 °C, con una mineralización media. Se trata de aguas que se consideran duras por su elevado contenido en calcio y bicarbonato. De esa descripción detallada desde el punto de vista químico se han ocupado las doctoras Torija, García Mata y Tenorio, de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense, lo que permite contrastar la situación actual con los tempranos datos químicos de estas aguas obtenidos ya en 1927, a la apertura del balneario. Son datos que cabe relacionar con las descripciones del Dr. Rosino, de la Asociación de Termalismo

de Andalucía, que señalan la base de este manantial en un acuífero, alimentado por infiltración de agua de lluvia en una zona superficial detrítica, de materiales aluviales y pliocuaternarios constituidos por arcillas, arenas, cantos y costras calcáreas.

Igualmente se ha realizado un detallado estudio de suelos por parte de investigadores de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense, los doctores López Lafuente, Hernando, González Huecas y de Santiago, así como el Dr. Monturiol del CSIC. Los perfiles de los suelos, derivados de pizarras y arenitas, presentaron horizontes propios de diferentes actividades agrícolas como cultivo de cereal, olivo y viñedo. Incluimos igualmente un análisis radiológico de las aguas y fangos a cargo de los doctores Heras, Suárez, Gascó, Romero del Hombrebueno, Ruiz y Simón, del CIEMAT.

En este entorno las aguas brotan naturales, exentas de contaminación por microorganismos de origen fecal, como muestra el trabajo de mis compañeras del Departamento de Microbiología de la Facultad de Farmacia, las Dras. De la Rosa, Pintado, Rodríguez González y Mosso. Con notable detalle analizan la microbiota autóctona y sus actividades enzimáticas que contribuyen a la mineralización, así como la composición microbiana fotosintética de los biotapetes integrados por una rica asociación cianobacterias y diatomeas.

Naturalmente, no podía faltar la esencial aportación médica, a cargo de los doctores San Martín y Valero, que abordan con perspectiva el empleo de las aguas y los fangos, las indicaciones y contraindicaciones que puede tener y las afecciones cuyo tratamiento puede ser útil, en este balneario famoso por sus peloides.

Obligado es expresar el agradecimiento que debemos a muchos.

A todos los científicos y técnicos por su trabajo, de tanta utilidad para conocer y valorar el balneario de El Raposo que la Real Academia Nacional de Farmacia se complace en presentar.



A la propiedad y la dirección del balneario por la facilidades y el apoyo prestado. Igualmente, procede agradecer la recopilación de los manuscritos por parte de Dña. Josefa Ortega y, en especial, el minucioso trabajo editorial del académico Excelentísimo Sr. D. Antonio Doadrio. El trabajo laborioso y eficaz de la Secretaria de Comisión, la Ilustrísima Señora Dña. Carmen de la Rosa, Académica Correspondiente, merece ser destacado.

Recién llegado a la presidencia de la Comisión para el Estudio de Aguas Minerales y Minero-Medicinales quiero expresar mi reconocimiento a la extensa tarea de mi antecesor el Excelentísimo Señor D. Bernabé Sanz Pérez.

ESTUDIO I

Historia y generalidades

■ María del Carmen Francés Causapé* y M. López González

Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, España. edicion@ranf.com

RESUMEN

Se hace una reseña de la situación geográfica del Balneario El Raposo, de los antecedentes históricos del mismo y situación actual. Se hace mención a sus propietarios, al primer análisis químico de las aguas mineromedicinales de este Balneario así como a los datos referentes a la fecha de su apertura en 1926 y otros referentes a la acción terapéutica de sus aguas y lodos.



1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Badajoz, en la Comunidad Autónoma de Extremadura, cuenta en el suroeste con un único Balneario, denominado “El Raposo”, que se halla ubicado en el que fue un pequeño pueblo “El Raposo”, distante 6 Km del término municipal de Puebla de Sancho Pérez al que pertenece.

Se encuentra en las coordenadas geográficas $X=733.400$ $Y= 4.251.900$ del Huso 29, del sistema UTM; a 535 metros de altitud sobre el nivel del mar (Figura 1).

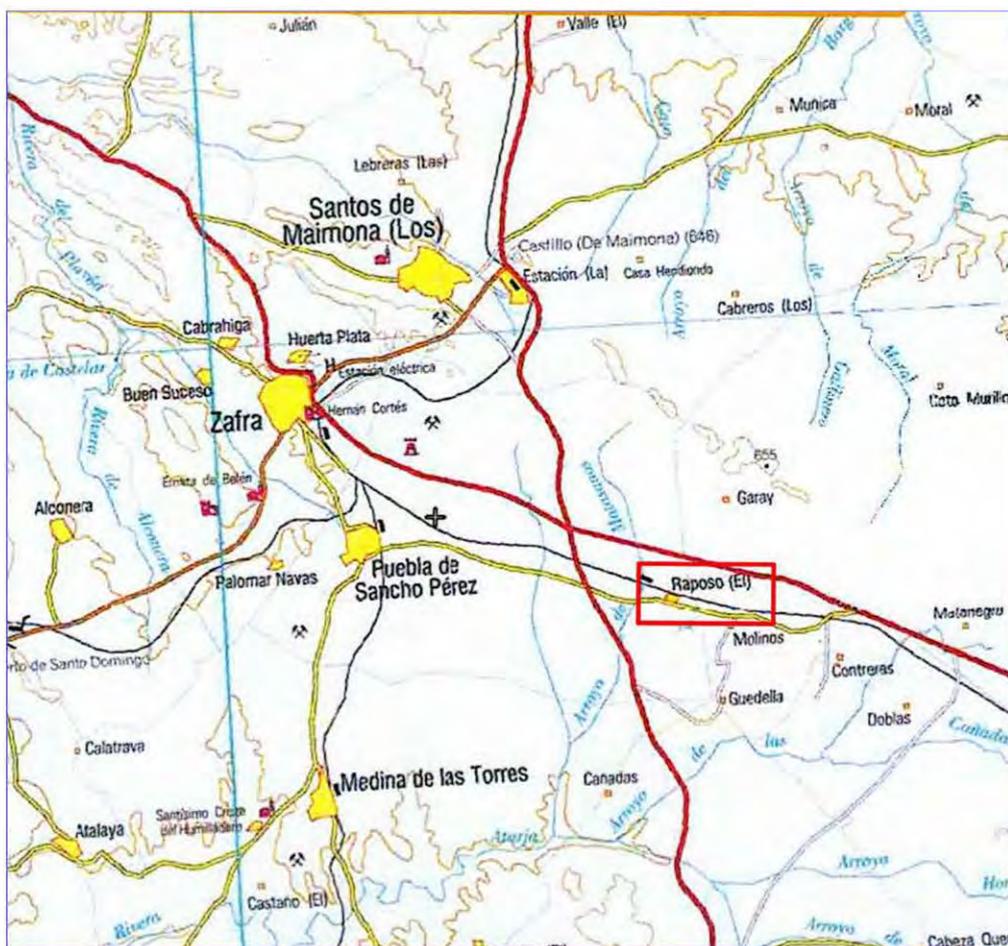


Figura 1.- Mapa de situación del Balneario El Raposo.

El desplazamiento al Balneario puede realizarse en avión hasta Badajoz y desde esta ciudad, de la que el Balneario dista 82 Km, tomando la Nacional N-432 y después la autovía A-66 con salida en el Km 684. También yendo en ferrocarril o autobús hasta Zafra, que se encuentra a 8 km de distancia del Balneario, con lo que los bañistas se pueden trasladar en taxi hasta el establecimiento hidroterápico.

El traslado en coche desde Madrid, de la que el Balneario dista 400 Km, puede realizarse tomando la A5 en dirección a Mérida, que está a la distancia de 60 Km, y la salida 684. Desde Sevilla, de la que está distante 125 Km, tomando la Nacional 630 y la salida 684.

Asimismo, se pueden recorrer las distancias comarcales desde poblaciones próximas hasta el balneario en autobús de la Compañía Suroeste hasta Zafra y desde allí tomar un taxi para llegar al Balneario (1).

2. EL MUNICIPIO DE PUEBLA DE SANCHO PÉREZ

La localidad de Puebla de Sancho Pérez, que cuenta con casi 3.000 habitantes, se encuentra entre las estribaciones septentrionales de Sierra Morena y la penillanura de Tierra de Barros. Se trata de una población que se halla enclavada en una loma circundada de otras mayores, en la antigua *Ruta de la Plata*, que se creó en 1498 y más tarde en 1503, y que con la desamortización pasó a manos de particulares.

La población, integrada en los dominios de los Suárez Figueroa así como de la Orden de Santiago, con categoría de Encomienda, desde 1834 lo está en el Partido judicial de Zafra. Desde 2004 cuenta con su propio escudo heráldico: cortado, primero de plata que en su parte izquierda lleva una cruz de la Orden de Santiago y a la derecha un león



rampante de púrpura. En el segundo, de azur, lleva un jarrón de oro sumado de azucenas de plata. El timbre consiste en una corona real cerrada. (2) (Figura 2).



Figura 2.- Escudo heráldico del Municipio de Puebla de Sancho Pérez.

El gentilicio de los naturales de la localidad es “peranos” aunque, a nivel familiar, son conocidos como “zorros”, apelativo que también se aplica a los naturales de la localidad de Fuentes de León.

El municipio posee una de las plazas de toros más antiguas de España ya que en su coso se celebran festejos taurinos desde el siglo XIV. A ella se encuentran adosados la ermita de la Santísima Virgen de Belén y el albergue turístico de la Vía de la Plata.

Las fiestas propias del lugar son: la Fiesta Mayor, en honor de la Patrona, la Santísima Virgen de Belén; y el Torrisco, el domingo siguiente al de Resurrección.

3. LA COMARCA DE ZAFRA-RÍO BODIÓN

Esta comarca es singular pues está constituida por unos terrenos que se articulaban en torno al camino que conducía a *Contributa Iulia Ugultinae* (Medina de las Torres), ciudad romana que vertebraba la comarca en la antigüedad. Por una parte, es Tierra de Barros, por otra parte es sierra y dehesas templarias de La Sierra; y por otra, tierras santiaguistas del antiguo señorío de Feria (el título de Conde fue creado en 1450 a favor de Lorenzo Suárez de Figueroa, convertido en Ducado en 1567 durante el reinado de Felipe II y concedido al V

Conde de Feria, D. Gómez Suárez de Figueroa. Posteriormente, el título recayó en la familia Fernández de Córdoba y más tarde en la familia Medina, Duques de Medinaceli.

Su capital, como centro administrativo, es el municipio de Zafra. La conforman 15 municipios: Alconera, Atalaya, Burguillos del Cerro, Calzadilla de los Barros, Feria, Fuente del Maestre, La Lapa, La Morera, La Parra, Los Santos de Maimona, Medina de las Torres, Puebla de Sancho Pérez, Valencia del Ventoso, Valverde de Burguillos y Zafra

La comarca dependió de regímenes feudales exteriores a la zona, de órdenes militares como los templarios y santiagueses, así como de grupos castellanos o riojanos de comerciantes lo que condicionó su población. Los flujos migratorios producidos en toda Extremadura en las décadas entre los años sesenta y ochenta del siglo pasado produjeron una gran pérdida de población, remontando en valores absolutos desde la segunda mitad de los 80 hasta 1995 produciéndose un descenso importante de la población desde esa fecha hasta 2005 (3).

Los jóvenes de la mancomunidad de Municipios de Río Bodión, han participado en agosto de 2010 en un Programa denominado “Juventud en Acción”, financiado por la Unión Europea, de intercambio con jóvenes islandeses, que muestra su decidida vocación europea.

En esta comarca, la actividad económica es generada a partir del sector primario por su producción agrícola, a base de vid, olivo y cereal; por sus bodegas y aceites de oliva, pero con una débil estructura empresarial mientras que la ciudad de Zafra es la única con actividad industrial y de servicios.

La naturaleza todavía virgen en esta comarca permite disfrutar de su flora y fauna por lo que en el año 2000 ha pasado a engrosar la Red Natura de espacios protegidos. La flora extremeña es una de las mejor conocidas de nuestro país, gracias al impulso del Profesor de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense Dr. D. Salvador Rivas

Goday. Hay abundancia de dehesas, bosques de encinas y alcornoques, olivares, viñedos, campos de cereales y plantaciones de almendro, higuera, chumbera y cítricos.

Destacan los matorrales de jaras, aulagas, cantuesos, tomillares, retamas y esparraguera común. Se han descrito 72 especies de plantas medicinales utilizadas como remedios para curar o prevenir enfermedades (4).

En la comarca existen extensas zonas de pastos herbáceos y es fundamentalmente una zona de trashumancia ganadera en la que predomina la ganadería ovina, porcina, merina y caprina. La fauna es muy variada pues la habitan aves rapaces como el buitre leonado, diversas especies de águila; buhos, lechuzas, cigüeñas negras y blancas, garzas, garcillas bueyeras, grullas, perdices, palomas torcaces, jabalíes, conejos, liebres y zorros; motivo por el que se practica en ella la caza deportiva mayor y menor.

La zona está atravesada por los ríos Bodión, tributario del río Ardila. El Ardila es el río más importante y está regulado con pequeñas presas o pantanos para el riego y abastecimiento de las poblaciones. En este río y el Guadajira, que son afluentes del río Guadiana, se crían pardillas, nutrias galápago, barbos, martín pescador y en sus embalses las tencas; por ello se puede practicar la pesca deportiva tanto en el Coto de pesca Charco del Toro, en Burguillos del Cerro; como en el embalse de la Albuera del Castellar en el término municipal de Zafra. Ligadas a las prácticas agrícolas y ganaderas, se celebran en Zafra desde el siglo XIV ferias y mercados así desde 1395, por concesión real de Enrique III, por San Juan; y desde 1453, por privilegio de Juan II, por San Miguel. Esta actividad hizo que Alfonso XII concediera a Zafra en 1882 el título de “Muy Noble y Muy Ilustre Ciudad”. En la actualidad tienen lugar en ella, a finales de septiembre y comienzos de octubre, desde 1966 la Feria Regional del Campo Extremeño y desde 1992 la Feria Internacional Ganadera.

El terreno de la comarca es llano o suavemente ondulado, está solamente interrumpido por alargadas lomas de escaso relieve que no sobrepasan nunca los 660 metros de altura. Las Sierras de El Castellar y de Los Santos son las más destacadas pudiéndose

practicar en ellas la escalada. Existen en la comarca zonas carboníferas, zonas calizas utilizadas para la fabricación del cemento; canteras para la extracción de granito y mármol; y minas ricas en piritita y calcopiritita.

Otras actividades son también tradicionales y comportan trascendencia regional e incluso nacional como son: el Rally de la Vendimia, que se celebra desde hace más de dos décadas, que tiene uno de sus tramos en la localidad de Feria, y el Parapente, Ala Delta y Vuelo Aerostático en el lugar de La Parra.

Desde el punto de vista turístico, destacan por su singularidad y calidad el Parador Hernán Cortés de Zafra, las instalaciones del Balneario “El Raposo” en Puebla de Sancho Pérez y la Hospedería del antiguo Convento de La Parra (3).

3.1. Patrimonio Arqueológico y Monumental

La Comarca de Zafra-Río Bodión tiene un patrimonio arqueológico todavía no bien conocido, a diferencia de lo que sucede con su rico patrimonio monumental.

3.1.1. Patrimonio arqueológico

Las primeras noticias arqueológicas se dan a conocer a finales del siglo XVIII y principios del XIX pero casi siempre se refieren a hallazgos de la época romana. Es a finales del siglo XIX y principios del XX cuando encontramos las primeras menciones al hallazgo de restos prehistóricos en esta zona. En el siglo XXI se están llevando a cabo prospecciones arqueológicas que se están traduciendo en el hallazgo de buen número de yacimientos que se enmarcan en el Neolítico antiguo y que han sido dadas a conocer, entre otras personas, por Alicia Prada Gallardo (5). Se trata de formaciones megalíticas, menhires y dólmenes, aunque hay muchos yacimientos que han sido devastados por excavadores clandestinos o han sido afectados por obras civiles. Entre los restos arqueológicos destacan los yacimientos de Valencia del Ventoso y de Medina de las Torres. En Valencia del Ventoso el Menhir del Rábano es una pieza monolítica de granito, de lados redondeados y terminado en punta,

que se encuentra en el terreno de cultivo denominado “El Sesmo”; mientras que el Menhir Fuente de Abajo es una pieza de granito que forma parte de la Fuente de Abajo, utilizada como abrevadero del ganado, situada en la parte trasera de la Casa Fuerte de la Encomienda.

En Medina de las Torres se encuentran algunos dólmenes, así en la finca de los Encinares-La Orden se ha encontrado uno: el Dolmen de la Orden I que es un sepulcro de corredor, construido en granito, pero cuya cámara ha sido expoliada; y otro, el Dolmen de la Orden II, situado en la finca La Orden, cuya cámara, totalmente expoliada de sus restos funerarios, es de tendencia circular y con un corredor que está cubierto totalmente por el túmulo, formado por cinco ortostatos de granito.

3.1.2. Patrimonio Monumental

La Vía de la Plata, considerada en la Comunidad Autónoma de Extremadura como un Bien de Interés Cultural, en virtud del Proyecto “Alba Plata” de esa Comunidad, ha hecho que desde 1997, y en particular en el periodo 2007-2011, se llevasen a cabo una serie de actuaciones patrimoniales para recuperar el camino histórico, restaurar y rehabilitar edificios de su entorno. A tal fin, desde el año 2005 se han establecido Convenios de colaboración entre el Ministerio de Cultura y la Comunidad Autónoma de Extremadura para la promoción y consolidación de esta Vía como itinerario cultural de primer orden siendo el último el firmado en Madrid el 26 de octubre de 2010 (6).

La Vía de la Plata ofrece, a todo aquel que la recorra, un amplio abanico de paisajes y enclaves ecológicos en excelente estado de conservación así como un rico y diverso patrimonio monumental que la convierten en un singular e inmenso “museo abierto” en el que se ubican cuatro núcleos urbanos que han sido calificados como Conjunto Histórico-Artístico, a saber: Zafra (1965), Feria (1970), Burguillos del Cerro (1988) y Fuente del Maestre (1998).

Desde el punto de vista arquitectónico, destacan cinco castillos: el de Burguillos del Cerro, del siglo XIII; el del Ducado de Feria, de arquitectura gótico-militar, edificado en 1460; el de Medina de las Torres, con una antigüedad de siete siglos; el castillo-palacio de dominio templario, de Valencia del Ventoso; y el castillo –palacio de los duques de Feria en Zafra, construido en 1439, que es el que hoy día acoge el Parador de Turismo.

La proximidad al Balneario de algunas poblaciones de interés monumental hace posible que los bañistas se desplacen en el día a ellas, mencionaremos entre las que pertenecen a la Comarca Zafra-Río Bodión siete de ellas.

Fuente del Maestre es una localidad situada a caballo entre la Tierra de Barros y la Comarca de Zafra-Río Bodión. Su fundación data del año 38 antes de Cristo, en tiempos del emperador Augusto, siendo denominada *Casta Vinaria*. Posteriormente cayó bajo el poder musulmán siendo llamada *Fuente Roniel*. En el siglo XIII fue reconquistada por el rey Alfonso IX de León pasando al dominio de la Orden de Santiago y atribuyéndose al Maestre Lorenzo Suárez de Figueroa su nombre actual. En la Edad Media se le concedió el rango de villa y en 1889, durante la regencia de D^a María Cristina, se le concedió el título de ciudad. Se caracteriza el núcleo urbano por sus antiguas casas solariegas encaladas, que en las fachadas de muchas de ellas presentan hermosos escudos nobiliarios. Su iglesia parroquial, dedicada a Nuestra Señora de la Candelaria, tiene una hermosa torre almenada.

Burguillos del Cerro. Esta población cayó en manos de los cristianos en el tercer decenio del siglo XIII siendo entregada por Fernando III a la Orden del Temple en el año 1238 y cuando esta se extinguió, a mediados del siglo XIV, pasó a ser propiedad de D. Alfonso Fernández Coronel, Señor de Aguilar. Hacia 1374 sus propietarios eran los Vargas y desde finales del siglo XIV los Zúñiga, Duques de Béjar. El atractivo de su casco histórico reside en sus casas que están adornadas con piedras de granito labrada y muchas de ellas con blasones nobiliarios. Su iglesia parroquial está bajo la advocación de Santa María de la Encina y San Juan Bautista, se construyó en el siglo XVIII por Roque Alonso de Landera gracias a los donativos de los Duques de Béjar y las suscripciones económicas de los vecinos

que además contribuyeron con su trabajo personal. Consta de una hermosa torre en cuyo primer cuerpo están colocadas las campanas, en el segundo el reloj y en el tercero la campana del mismo. A la torre se sube por rampas al igual que a la Giralda de Sevilla.

El castillo almenado y con torre del homenaje, de estilo gótico, se alza sobre un cerro rocoso. Fue erigido a mediados del siglo XIII sobre una fortaleza árabe.

La localidad tiene un extenso conjunto minero abandonado, con minas de hierro, pirita, magnetita, hematites, piamontita, byssolita, granates y ámbar, y en la actualidad el Ayuntamiento está estudiando recuperarlo para promocionarlo (7).

Feria. Estuvo ocupada por asentamientos prehistóricos y habitada por celtas, romanos y árabes. En 1394 el rey Enrique IV entregó la villa a Gomez Suárez de Figueroa, Maestre de la Orden de Santiago y Conde de Feria, más tarde Felipe II otorgó a su hijo Lorenzo Suárez de Figueroa el título de Duque de Feria. Los naturales de esta población son conocidos como “coritos”, apelativo peculiar cuyo antecedente se dice se debe a su peculiar ubicación o bien a pobladores vascos que llegaron en la época de la reconquista. La población se caracteriza por sus típicas casas y plazas encaladas. La devoción a la Santa Cruz está muy arraigada en la localidad y de las Fiestas, que se celebran el 3 de mayo, nos dejó una hermosa panorámica el pintor Francisco de Goya y Lucientes y hoy día están calificadas de Interés Turístico Regional. La placita con arquerías mudéjares, que está situada entre la iglesia y la Casa del Concejo, tiene un enorme atractivo. Mención especial merecen dos edificios singulares de arquitectura civil, una es el castillo de los Duques de Feria y otro el castillo de Feria, que se alza sobre una atalaya formidable y desde él se divisa un panorama impresionante que justifica la antigua copla popular que dice:

*“Madrecita quien tuviera
la tierra que se divisa
desde el Castillo de Feria” (8).*

Su construcción se llevó a cabo entre 1460 y 1513, en tiempos de Lorenzo Suárez de Figueroa, sobre otra de época árabe. Su elemento principal es una gran torre defensiva que actualmente alberga el Archivo Histórico de los Suárez de Figueroa.

Medina de las Torres. Esta localidad conserva no sólo su denominación sino muchas reminiscencias de tiempos de la dominación musulmana tanto en su casco antiguo como en su castillo.

Los Santos de Maimona. Los orígenes de la población se remontan a la época del Calcolítico. Ocupada hacia el año 50 antes de Cristo por los romanos, que la denominaron *Segeda Augurina*, se hallaba situada en medio de una de las grandes calzadas que unía Mérida con Sevilla. Alrededor del 712 cayó bajo el dominio de un clan de las siete tribus bereber llamado “Banu Mainum” que dejó su huella toponímica no sólo en su denominación sino también en las numerosas norias y molinos situados en sus huertas. En 1240 fue reconquistada por los cristianos pasando a poder de D. Rodrigo Iñiguez, Maestre de la Orden de Santiago. El núcleo urbano se distingue por sus características casas solariegas de fachadas blancas por lo que se la conoce con el nombre de “El Piropo Blanco”. La patrona de la localidad es Nuestra Señora de la Estrella, cuya imagen se venera en una ermita que se construyó a fines del siglo XIII y principios del XIV. Dos edificios, uno religioso y otro civil, destacan en la localidad. El primero es la iglesia parroquial de Nuestra Señora de los Ángeles, de estilo gótico renacentista, cuya puerta del Perdón, que está considerada como la mejor de la zona, es de estilo plateresco y tiene esculpido en piedra los escudos de la Orden de Santiago y el imperial de Carlos V. El segundo es el Palacio de la Encomienda, que hoy alberga las Casas Consistoriales, fue construido entre 1515 y 1550 y consta de una torre del homenaje y un patio central con una amplia columnata y arcadas que constituyen la típica arquitectura de la Orden de Santiago, y es el mejor conservado en España.

Valencia del Ventoso. La población se asentó originariamente en un lugar distinto al actual. Como en el caso anterior se distinguen en la localidad dos edificaciones, una de

carácter religioso que es la iglesia parroquial de Nuestra Señora de la Esperanza, de estilo renacentista y de traza basilical, que consta de un campanario almenado; la otra de tipo civil es un Palacio-Castillo, que fue la sede de la Encomienda de la Orden de Santiago, cuya construcción se realizó entre 1477 y 1587.

Zafra. Según Plinio y Estrabón el origen de esta localidad es celta. Bajo la dominación romana fue llamada *Contributa Julia* siendo un importante nudo de enlace entre *Hispalis* y *Emerita Augusta*. Estuvo en poder de los árabes unos 200 años quienes la denominaron *Safra* de donde deriva Zafra. Fue reconquistada primero en 1229 por el rey leonés Alfonso IX y después en 1241 por el rey Fernando III el Santo. El rey de Castilla Enrique III la donó a Gómez Suárez de Figueroa como reconocimiento a los servicios prestados, mediante privilegio fechado en Alcalá de Henares el 28 de febrero de 1394 pasando así a la Casa de Feria; tanto él como su hijo Lorenzo Suárez de Figueroa construyeron la muralla almenada defensiva entre 1396 y 1449 haciendo de Zafra el centro del Señorío de Feria.

La muralla constaba de seis puertas de entrada a la ciudad: las de Sevilla, Palacio, Maestranza, Los Santos, Cubo y Jerez así como de dos portillos: Puerta del Niño y Puerta Nueva; de ellas la mayor parte fueron demolidas a fines del siglo XIX (9). A la población, que en el siglo XVIII quedó integrada en el Ducado de Medinaceli, el rey Alfonso XII la concedió el título de “Muy noble y muy ilustre Ciudad de Zafra” y por su monumentalidad es conocida como “Sevilla la Chica”. En el núcleo urbano destacan numerosos edificios religiosos, civiles y palaciegos, entre los que son dignos de mención: la Colegiata de la Candelaria del siglo XVI que posee un importante retablo, de estilo barroco(1656-1683), debido a artistas sevillanos, un retablo dedicado a la Virgen de los Remedios con lienzos de Zurbarán (1644) y un órgano del siglo XVIII que se encuentra en perfecto estado de conservación. El Palacio-Alcázar de los Duques de Feria es una construcción defensiva palaciega, de estilo gótico con rasgos mudéjares que fue convertido en el Parador Nacional de Turismo “Duques de Feria” tras ser adquirido en 1965 por el Ministerio de Turismo.

Su patio interior, de estilo renacentista, es de forma cuadrada y consta de dos pisos con galerías en arcos de medio punto y pilares de sección rectangular de orden dórico y jónico. El Hospital de Santiago era una casa solariega que habitaba la familia de los Suárez Figueroa antes de la construcción del Palacio-Alcázar. En 1446 el Conde lo destinó a la asistencia de enfermos pobres de la localidad. Su fachada es de piedra, de estilo gótico-florido, con un fresco renacentista italiano sobre la puerta que representa la Anunciación.

Los Condes de Feria ampararon el establecimiento de comunidades judías y moriscas que contribuyeron al desarrollo de las actividades comerciales en el casco urbano y concretamente en la Plaza Chica, una de las más antiguas de la ciudad y después en la luminosa y colorista Plaza Grande. Fuera del recinto amurallado el “Pilar del Duque”, obra de estilo gótico, servía de abrevadero para el ganado.

4. EL BALNEARIO EL RAPOSO

Se tienen antecedentes de la existencia del Balneario desde el último tercio del siglo XIX. Un hecho casual hizo fijar la atención de los lugareños en las cualidades de las aguas y lodos de lo que hoy es el Balneario. Según la tradición, fue en 1860 cuando una cochinita, aquejada de inflamaciones en las articulaciones de sus miembros que, imposibilitada de todo movimiento, no pudo seguir a la piara que cuidaba un guarda de una extensa finca, que pertenecía por entonces al valle de “El Raposo”. El guarda tardó un día en darse cuenta de la desaparición del animal, salió en su busca y la encontró tumbada y cubierta de lodo en una de las charcas que atraviesa el valle; creyó que estaba muerta pero se sorprendió al comprobar, tras zarandearla, que la cochinita no sólo vivía sino que el animal se levantaba con gran soltura y agilidad sin acusar los síntomas que aquella patología le producía habitualmente pues había curado.

La noticia de la sanación de la cochinita, al revolcarse entre aquellos lodos, corrió de boca en boca y se difundió entre los ganaderos y habitantes de los cortijos de la zona y de

los pueblos cercanos que empezaron a utilizar los fangos y charcos para bañar en ellos a toda clase de animales inutilizados por el reuma, los cuales curaban o encontraban gran alivio en esta agua y lodos. Los hechos eran tan evidentes que muy pronto su fama se extendió e incluso comenzaron a ser utilizados por numerosas personas con dolores reumáticos y articulares que quisieron probar la virtud de las aguas y lodos y como los resultados eran siempre satisfactorios, de año en año se fue incrementando el número de enfermos que acudían a tomar las aguas y lodos del lugar, que ya era conocido con el nombre “La Cochinita”, para curar un sin fin de padecimientos y en particular aquellos que se manifestaban con dolor e inflamación. Así es como se inició este primitivo centro termal que, por estar enclavado en el valle “El Raposo”, denominación que proviene de la abundancia de zorros en la zona; con el tiempo hizo suyo este apelativo siendo conocido hasta hoy día como “Balneario El Raposo”.

4.1. Origen y Propietarios

En un principio los bañistas utilizaron las primitivas charcas como piscinas naturales para introducir a los pacientes que tomaban los baños de lodo. A principios del siglo XX D.



Figura 3.- Escultura de Dª Fernanda Durán a quien se debe la apertura del Balneario al público, instalada en el jardín del establecimiento.

José Hidalgo tuvo la iniciativa de fundar el Balneario, iniciativa que no pudo culminar y fue su viuda Dª Fernanda Durán quien hizo posible la construcción de unas piscinas así como dependencias para la utilización adecuada de las aguas y lodos por los bañistas. En el año 1921 D. Pedro Alonso, hermano de D. Julio Alonso Cordero, gerente del Balneario y médico de Medina de las Torres, acudió al Balneario “La Cochinita”, aconsejado por su hermano, para tratarse de un reumatismo articular agudo con lesiones de endocarditis que padecía. El resultado del tratamiento fue extraordinario por lo que el médico, convencido ahora sin reservas de las propiedades de

aquellas aguas y lodos, se puso al habla con D^a Fernanda y acordaron la constitución de la Sociedad Alonso e Hidalgo S.R.C., sociedad que explotaría aquellas aguas dotando el lugar de lo necesario para que funcionara como una auténtica Casa de Baños con nuevas pilas y hospedería que cubriría las necesidades y comodidades necesarias para los bañistas. Además se consiguió que en 1926 las aguas mineromedicinales fueran declaradas de utilidad pública (10). En agradecimiento a la gestión de D^a Fernanda, se le erigió una estatua en granito, que se encuentra en la zona ajardinada, frente al Balneario y muy cerca del arroyo que fue el origen de este centro hidroterápico (11) (Figura 3).

El Dr. Enrique Ortega y Mayor, del Laboratorio Municipal de Higiene de Madrid, practicó en 1925 el análisis químico cualitativo, cuantitativo, y radiactivo de las aguas del Balneario calificándolas como bicarbonatadas, cálcicas, magnésicas y radiactivas. Con este análisis, y a instancia del médico Julio Alonso Cordero, en representación de la Sociedad Alonso e Hidalgo SRC, ubicada en Medina de las Torres; las aguas del Balneario “y más aún los barros y lodos medicinales” fueron informados favorablemente por la Dirección General de Sanidad y por el Real Consejo de Sanidad declarándose, por Real Orden de 8 de Julio de 1926, “de utilidad pública el Establecimiento Balneario en que se hayan de aplicar las aguas y lodos medicinales” y autorizándose “la apertura al servicio público del Establecimiento señalándose la temporada oficial desde el 1º de Julio al 30 de Septiembre” (12) (Figura 4).

D. Diego Hidalgo Durán (1886-1961) hijo de D^a Fernanda Durán, notario, que fue Diputado a Cortes por la provincia de Badajoz en dos legislaturas: en las elecciones de 28 de junio de 1931 y en las de 19 de noviembre de 1933 (13), habiendo formado parte de la Asociación de Amigos de la URSS (14) y después de la Alianza Republicana, en representación de Extremadura; fue miembro del Partido Republicano Radical y Ministro de la Guerra durante la Segunda República, apoyado por Lerroux (15).



Figura 4.- Real Orden de 8 de julio de 1926 declarando de utilidad pública las aguas mineromedicinales del Balneario

D. Diego Hidalgo Durán (Figura 5) (16) era natural de Santos de Maimona adonde regresaba en la temporada estival para disfrutar en aquel “oasis del esparcimiento en el desierto de la monotonía de la vida de los pueblos” (17).

Entre los largos paseos que daba en esas ocasiones no dejaba de recorrer los caminos del Balneario El Raposo, acompañado por su hijo D. Diego Hidalgo Schnur, y a él se debe

el haber contribuido activamente a que el ferrocarril llegase a Zafra favoreciendo con ello la asistencia de bañistas de Extremadura hasta el Balneario y sobre todo de los provenientes de Andalucía donde la fama de sus aguas y lodos se había extendido y todavía hoy son muchos los andaluces que lo frecuentan.

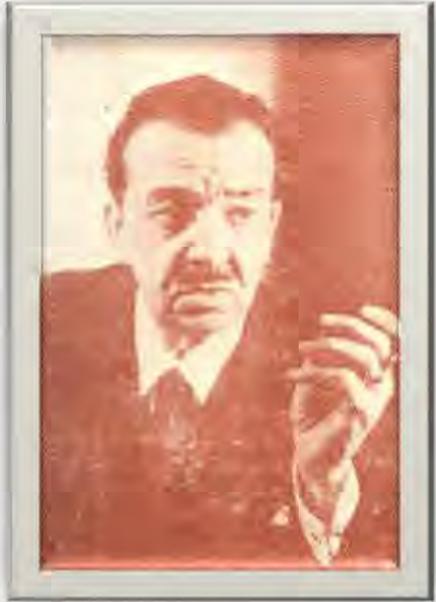


Figura 5.- Retrato de D. Diego Hidalgo Durán que hizo posible la llegada del ferrocarril a Zafra, facilitando el acceso al Balneario.

Desde 1943 la familia Cortés, y concretamente D. Carlos Cortés Fedeli, se hizo propietaria del 50% del Balneario y junto con la familia Hidalgo la sociedad pasó a denominarse Hidalgo y Cortés SRC cuya dirección y administración fuera de temporada tenía su sede en Madrid en la calle Felipe IV, nº 9. Hoy día la familia Cortés Moro es la única accionista y gestora del Balneario. Hay que destacar la extraordinaria labor realizada por D. Antonio Cortés Muñoz, padre de los actuales accionistas, que se hizo cargo del Balneario y llevó la gestión y administración del Balneario, junto a su esposa D^a Pilar Moro Moraño, realizando una importante labor, de manera continuada, de reformas y ampliaciones de la estación termal

(18).

Tras el repentino fallecimiento de D. Antonio Cortés en 1997, sus cuatro hijos, D. Ignacio, D. Gonzalo, D. Álvaro y D. Jaime, junto con su viuda compraron el restante 50% de la sociedad a la familia Hidalgo en 1999 y constituyeron la actual Sociedad Balneario “El Raposo” S.L. iniciando un periodo de obras, reformas y crecimiento de la Sociedad de gran importancia (19). Desde el año 1999 la responsabilidad de la dirección general de la empresa y relaciones exteriores han sido asumidas por D. Ignacio, la de la dirección técnica del Balneario por D. Gonzalo, la de la dirección del hotel, el balneario y el restaurante por

D. Álvaro, y la de la gestión de mantenimiento y del cultivo de plantas aromáticas y medicinales, en general, por D. Jaime.

4. 2. El Balneario y el Alojamiento de los bañistas

El Centro Hidrotermal está rodeado de una extensa alameda y un entorno de 60.000 m² de abundante vegetación que discurre paralelamente al riachuelo del cual se extraen los lodos terapéuticos (Figura 6).

El emplazamiento geográfico y la abundante vegetación que rodea al Balneario le confieren unas características climatológicas peculiares ya que la temperatura se mantiene constante durante el funcionamiento del establecimiento. La temporada de apertura comprendía en un principio de 1 de julio a 30 de septiembre, posteriormente se fue

ampliando de 1 de marzo a 30 de noviembre, después se fijó del 22 de febrero al 15 de diciembre, más tarde del 1 de febrero a 21 de diciembre.



Figura 6.- Entrada al Balneario El Raposo.

El Balneario está incluido en el Concierto con el Instituto de Mayores y Servicios Sociales desde el año 1998 . En 2011 se le concedieron 3870 plazas y en 2012 van a ser 4025 plazas para los pensionistas que desearan participar en el Programa de Termalismo Social, para

tratamientos reumatológicos y respiratorios; distribuidas en once meses en el periodo de febrero a diciembre (20, 21).

El Balneario desde su apertura contó con unas casas pequeñas destinadas a dar alojamiento y posada a los bañistas.

Más tarde, en 1925; se levantó un hotel de nueva construcción el “Hotel San José”, que contaba con 20 habitaciones y se comunicaba directamente con la galería de los baños, disponía de un comedor habilitado para 60 comensales y de un salón de fiestas donde se celebraban animados bailes. La pensión completa costaba diariamente 12 pesetas en 1927, 18 pesetas en 1942, 23 pesetas en 1944 y 25 pesetas en 1947. Las familias modestas alquilaban las casas pequeñas pagando diariamente 1 ó 2,50 pesetas en 1927 y 2’50 ó 3,50 pesetas de 1942 a 1947. Además había una cantina donde los agüistas podían adquirir lo necesario para su subsistencia (22).

El Hotel, conocido hoy día como “Hotel El Raposo” lleva pues la misma denominación que el Balneario y, con el paso del tiempo, llegó a ser clasificado con tres estrellas. Las obras de remodelación efectuadas en el siglo XX hermosearon el edificio con azulejería andaluza tanto exterior como interiormente, en color azul y albero, colores que aparecen distinguiendo sus puertas y ventanas. Se incrementó el número de plazas hoteleras a 173, distribuidas en 80 habitaciones dobles, 13 individuales, de las cuales 3 están adaptadas para minusválidos; todas ellas disponen de baño completo, calefacción, aire acondicionado, teléfono y televisión.

El restaurante del hotel ofrece una amplia oferta gastronómica extremeña y nacional; cafetería, donde se pueden degustar tapas y raciones variadas; peluquería, salas para lectura, juegos y reuniones; aula de formación; Internet; tienda de regalos; servicios diversos de préstamo de bicicletas, de guardería en verano; ludoteca para niños, capilla y parking. Asimismo frente a la entrada principal se encuentra la capilla en la que los bañistas que lo deseen pueden asistir a la Santa Misa que es oficiada los domingos y días festivos por el sacerdote de Puebla de Sancho Pérez o de Zafra.

El interior del hotel evoca a los grandes balnearios de antaño por sus pasillos muy anchos y sus techos abovedados pero está dotado de las comodidades y el confort necesario



para alojar adecuadamente a los bañistas durante su estancia. No es extraño por ello que el Balneario haya sido declarado en 2009 “Entorno Termal Natural” por el Consejo de Gobierno de la Junta de Extremadura puesto que con las mejoras realizadas en sus instalaciones de alojamiento turístico había logrado el confort sensorial y preceptivo de sus usuarios por contar en los últimos cinco años con una instalación balnearia activa continuada a la que está adscrita un alojamiento turístico (23). En este año 2012 se están realizando nuevas obras que van a procurar a los bañistas realizar el tratamiento terapéutico con sus lodos al modo como se realizaba antaño, es decir, dejando estos secar al sol, una vez cubierta su piel con ellos; en cabinas que se están restaurando y que están dispuestas independientemente del edificio y que asimismo son independientes para hombres y mujeres. También el Hotel El Raposo se está ampliando al objeto de contar con más habitaciones y poder pasar a restaurar seguidamente las habitaciones más antiguas continuando de esta forma no sólo las labores de nueva construcción sino también las de mantenimiento.

Por otra parte, tanto el Balneario El Raposo como el Hotel El Raposo han sido certificados en 2008 con la Q de calidad turística por el Instituto para la Calidad Turística Española, la cual mantienen en la actualidad (24).

4.3. Asistencia sanitaria e Instalaciones hidroterápicas

El Balneario desde su apertura en 1926 tenía una galería de baños compuesta de 16 departamentos y 4 baños grandes generales constituidos por piscinas naturales de lodos de “extraordinaria radiactividad”. En los años cuarenta del siglo pasado no sólo se utilizaron los lodos sino las aguas en baños, duchas y en bebida.

Desde un principio con la aplicación terapéutica de lodos y aguas del Balneario se obtuvieron magníficos resultados en la curación de reumatismos crónicos, ciática y endocarditis reumática aunque, entre las indicaciones principales también se encontraban: gota, artritis, neuralgias, enfermedades de la piel, del aparato genital de la mujer, del sistema nervioso y “surmenage” (22). Son escasas las noticias que tenemos acerca de la dirección

médica en el Balneario, si en 1926 la ostentaba el médico Julio Alonso Cordero, probablemente facultativo de Medina de las Torres quien formó parte de la sociedad balnearia en un principio, a partir de 1932 se dispuso la libertad de asistencia médica en los establecimientos de aguas mineromedicinales pues las recetas de los tratamientos hidrotermales podían realizarse “sin que esta prescripción necesite refrendo alguno” quedando tan solo bajo la vigilancia de los Inspectores Provinciales de Sanidad para controlar “el cumplimiento de los preceptos generales de higiene” (25).

En el año 2003 D^a Isabel María Martínez Mazón ocupaba la dirección médica del Balneario (26). Posteriormente, el equipo sanitario estuvo compuesto por un médico, un ayudante técnico sanitario y tres fisioterapeutas y un total de 70 empleados para atender a los bañistas en las instalaciones hidroterápicas. En el año 2010 dos médicos se ocuparon de la atención sanitaria de los bañistas: D^a M^a Lucrecia Zoido Sánchez, y D^a Verónica León Lucas. En la actualidad el equipo sanitario está integrado por tres médicos D^a M^a Lucrecia Zoido Sánchez, D^a Yuleisi Martínez y la Dra D^a Ana Lamilla.

Las aguas del manantial, que surgen a la temperatura de 18°C, son carbonatadas, cálcicas, magnésicas y radiactivas; y se pueden aplicar a los pacientes por diversas técnicas termales: piscina climatizada, piscina exterior con agua fría, bañeras de hidromasaje, duchas, chorros, inhalaciones, masajes, etc... Están indicadas en enfermedades reumáticas, respiratorias, de la piel, y se recomiendan para prácticas rehabilitadoras del aparato locomotor (26) por su acción antiinflamatoria, analgésica y relajante del tono muscular.

Los lodos termales naturales o peloides, tienen su origen en el arroyo El Raposo, que discurre junto al Balneario y desemboca en el curso de agua Matasanos, arroyo secundario del Guadiana. Estos lodos están compuestos de arcilla, sílice, diatomeas, etc... y son ricos en magnesio y calcio. Poseen una gran acción antiinflamatoria y analgésica (27). Se da la circunstancia de que es el único Balneario de España que posee este tipo de lodos y también el único que en nuestro país los aplica directamente sobre la piel mediante pincelación.

Las virtudes terapéuticas de las aguas y lodos de este Balneario así como el trato que se dispensa a los bañistas por los dueños, por todo el personal del Balneario y el Hotel es excepcionalmente delicado y afable, basten dos ejemplos que lo confirman como es el caso de uno de sus habituales usuarios y al que el día 25 de febrero de 2012, fecha en que nos encontrábamos en el establecimiento hidroterápico; se rindió un cálido homenaje a D. Eduardo Sánchez López, con motivo de cumplirse 49 años de su continua concurrencia al mismo. El otro puede apreciarse en la poesía dedicada por D. Emilio Escobedo Poyato, bañista procedente de Málaga, fechada en 1 de abril de 2010; dedicada “a sus dueños y todo personal que para él trabajan, por su tenacidad, su cariño y su amabilidad con todas las personas que por aquí pasan”; y que dice así:

En el año 1860 el balneario surgió,
cuando un hecho casual
hizo fijar la atención de sus gentes
en las aguas y lodos
de sus propiedades y curación

En un valle muy frondoso
un edificio hotel se levantó,
llamado Balneario El Raposo
que tanto bien aportó

Fue fundado por Don José Hidalgo
y no lo pudo terminar.
Al fallecimiento de este, su viuda
Doña Fernanda Durán;
la labor empezada por su esposo
ella la quiso terminar,
qué detalle más bonito
aportaron los dos a la humanidad

Según la historia cuenta
una pobre cochinita
en el barro se metió
sin poder salir de él,
le dolían todas las articulaciones
y ella solita allí se quedó
Se marchó la piara
y a los pocos días a la cochinita
de menos se le echó, el guarda tardó
unos días en darse cuenta,

salió en su busca con la piara
y en el barro metida la encontró,
creyendo que estaba muerta
y al ver esta a los otros animales
dio un salto y se levantó,
empezó a darse vueltas
de la alegría que le dio,
que sorpresa más grande
se llevó el buen pastor

De aquí surge el Balneario El Raposo
con sus aguas y barro milagrosos,
los dolores de la cochinita quitó
se quedó sin los males que tenía
gozando de su salvación

Balneario El Raposo
que buen recuerdo nos llevamos de ti,
pediremos todos al inserso
que otro año podamos venir
para irnos llenos de salud
y poder otro año repetir
Hemos venido al balneario
con muchas ganas e ilusión,
a dejarnos nuestros males
y marchamos a nuestra casa
llenos de alegría y salud

Unos los males los tienen
en los pies,
otros los tienen en las manos
y en las rodillas también,
la ilusión de los que aquí llegamos
es hacerte desaparecer,
y eso el Balneario El Raposo
nos lo da a todos también

Que alegría tan grande
que dicha y felicidad
quitarme todos los dolores que tenía
y en el barro poderlos dejar,
bendito sea el balneario
que tanta salud nos da

Llegué triste por mis dolores
y muy alegre me marché
viendo que todas mis dolencias
en El Raposo dejé,

es tanta mi felicidad y
la de mi señora también
que no pienso olvidarte
y pronto muy pronto volveré.

CONCLUSIONES

1. El Balneario El Raposo ofrece a los Bañistas una estancia sosegada, a lo cual contribuye el entorno natural, arqueológico y monumental de la Comarca de Zafra-Río Bodión lo que hace posible que estos realicen una cura completa de salud durante su estancia en él.
2. A la variedad de tratamientos terapéuticos, con el agua mineromedicinal y los peloides de sus lodos , que se aplican a los bañistas a pinceladas; se suman otros como son los de estética (envolturas en café y chocolate, oro y perla; que se aplican directamente sobre la piel) así como los de mesoterapia (a base de seda, caracolas, y pindas) que tienen una acción relajante.
3. El Balneario El Raposo es el único de la provincia de Badajoz, y el único en España, que aplica además de las aguas mineromedicinales, sus lodos que son conocidos, en general, por sus aplicaciones en las patologías reumáticas desde el siglo XIX; aun cuando hoy en día tienen reconocidas muchas más.

FUENTES

Nuestro agradecimiento a la Propiedad Balnearia por los datos facilitados acerca del Balneario y de sus obras e investigaciones, que están en curso, para la aplicación balneoterapia de sus aguas y lodos así como para la ampliación de sus instalaciones hidroterápicas y hoteleras.

BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.soleranet.com/balnearios-extremadura/balnearios-badajoz>.
2. Orden de la Consejería de Desarrollo Rural, de 25 de mayo de 2004, por la que se aprueba el escudo Heráldico, para el Ayuntamiento de Puebla de Sancho Pérez. D.O.E. nº 71, pág. 7950-7951.
3. Plan Estratégico para el desarrollo de la Comarca Zafra-Río Bodión (2007-2013).
4. Peral Pacheco, D., Vallejo Villalobos, J.R., Gordón Vázquez, F., Vázquez Pardo, F. (2007) Contribución al conocimiento de nombres vernáculos de plantas medicinales en la comarca de Zafra-Río Bodión. Revista de Estudios Extremeños LXIII, N° Extraordinario, pág. 343-352.
5. Prada Gallardo, A. y Cerrillo Cuenca, E. (2007) Arqueología de la Comarca de Zafra-Río Bodión y alrededores: Resultados de las prospecciones arqueológicas desarrolladas en el Suroeste de Badajoz. En Faustino Hermoso Ruíz Coordinador: VIII Congreso de Estudios Extremeños. Badajoz, pág. 841.
Prada Gallardo, A. (2007) Arqueología de las Comarcas del Suroeste de Badajoz. Valencia del Ventoso y Fregenal de la Sierra. Badajoz. Pág. 59-62, 67-81, 201-210.
6. Resolución de 28 de octubre de 2010, de la Secretaría General Técnica, por la que se publica el Convenio de colaboración con la Comunidad Autónoma de Extremadura, para la promoción y consolidación de la Via de la Plata como itinerario cultural. B.O. E. nº 282, 22-11-2010, pág. 97297-97300.
7. <http://www.extremaduraaldia.com/provincia-badajoz/burguillos-del-cerro>.
8. <http://www.dip-badajoz.es/municipios>.
9. Osuna Lara, A.J. (1974) Piedras Vivas. Bosquejo histórico y monumental de la Provincia de Badajoz. Zafra, Industrias Tipográficas Extremeñas.
10. Junta Extremadura (2003) Recursos Mineros de Extremadura: Las Aguas minerales. Pág. 65-70.

11. <http://www.nuevoportal.com/andando/pueblos/extrema/badajoz/pueblasan.HTML>.
12. Ministerio de la Gobernación. Reales Ordenes firmadas por Martínez Anido Gaceta de Madrid, nº191, 10-07-1926, pág. 226.
13. Archivo del Congreso. Índice Histórico de Diputados 1810-1977.
14. Rivaya, B. (2000) Wenceslao Roces y la República. En “Comunismo y Compromiso intelectual. Papeles de la FIM, nº 14. Madrid, Fundación de Investigaciones Marxistas. Versión Digital.
15. Muñoz Tinoco, C. (1986) Diego Hidalgo: política regional y política Liberal en un periodo de convulsión. Tesis Doctoral inédita UCM.
16. Martínez Galán, M. (1961) Un santeño ilustre: DIEGO HIDALGO. Estrella, mes de septiembre. Disponible en [http:// 3.bp.blogspot.com](http://3.bp.blogspot.com) en 20-11-2010.
17. Hidalgo, D. (192?) La Virgen de España en Moscou. Estrella, mes?. Disponible en [http:// 3.bp.blogspot.com](http://3.bp.blogspot.com) en 20-11-2010.
18. Consejería de Cultura y Turismo (2008) Guía de Balnearios de Extremadura. Junta de Extremadura.
19. [http:// www.balneario.net/historia.php](http://www.balneario.net/historia.php).
20. Resolución de 3 de diciembre de 2010 del Instituto de Mayores y Servicios Sociales. B.O.E. nº 305, 16-12-2010, pág. 104021.
21. Resolución de 13 de diciembre de 2011 del Instituto de Mayores y Servicios Sociales. B.O.E. de 16-12-2011, pág. 138374.
22. Guía Oficial de los establecimientos balnearios y aguas medicinales de España. (1927) Madrid-Barcelona S.A., Editorial y de Publicidad Rudolph Mosse, pág. 143, 339.
 Guía Oficial de Balnearios y Aguas Minero-Medicinales. (1942) Madrid, Edit. Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia, pág. 98, 184.
 Guía Oficial de Balnearios y Aguas Mineromedicinales de España (1944) Madrid, Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia y grupo Balneario del Sindicato Vertical de Hosteleria y similares, pág. 72, 171, 240.

- Guía Oficial de los Balnearios y Aguas Minero-medicinales de España 1946-1947 (1946) Madrid. Edit. Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia y Grupo Balnearios del Sindicato Vertical de Hostelería y similares, Pág. 67, 76, 108.
23. Consejo de Gobierno de la Junta de Extremadura de 24 de julio de 2009. Resolución de 13 de agosto de la Consejera de Cultura y Turismo. D.O.E. N° 195, 08-10-2009, pág. 27614.
24. Los Balnearios tradicionales viven su segunda juventud. (2008) Enfoque N° 42, pág. 33.
25. Orden del Ministerio de la Gobernación de 1 de abril de 1932. Gaceta de Madrid n° 96, 05-04-1932, pág. 147.
26. Instituto de Salud Carlos III (2003) Vademécum de aguas minero-medicinales españolas. Getafe, IMPRESA, pag. 191-192.
27. Los peloides del Balneario El Raposo (2010) Balnearios de España I, 3: 16-17.

ESTUDIO II

Análisis Físico-Químico de las aguas

■ M. Esperanza Torija Isasa*, Mercedes García Mata y M. Dolores Tenorio Sanz

*Departamento de Nutrición y Bromatología II. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, España.
edicion@ranf.com*

RESUMEN

Existen pocos estudios referentes a las aguas del Balneario de El Raposo, que fueron declaradas de utilidad pública en 1926 y consideradas bicarbonatadas cálcicas. Actualmente se han estudiado las aguas en dos puntos denominados Manantial y Sondeo. De su análisis deducimos que se trata de aguas hipotermales, ya que surgen a una temperatura próxima a 17°C. Por su conductividad y el residuo seco, podemos concretar que se trata de aguas de mineralización media, ligeramente importante. La dureza, nos indica que son aguas duras, con predominio de calcio, en cantidades próximas a 130 mg/litro; de los aniones destacan especialmente los bicarbonatos, por lo que se pueden denominar cálcicas y bicarbonatadas.

1. INTRODUCCIÓN

En la provincia de Badajoz, en la comarca de Zafra – Río Bodión, próximo a la localidad de Sancho Pérez se encuentra el Balneario de El Raposo. Su historia se remonta al último tercio del siglo XIX, en que como cuenta la tradición una cochinita enferma se separó de la piara en la que iba; al día siguiente, el pastor la encontró cubierta de lodo en una de las charcas del arroyo que pasa por el valle y cuando el animal se levantó se movía con toda agilidad porque estaba totalmente curado.

Este fue el motivo de que en un primer momento se diera el nombre de La Cochinita.

La noticia se extendió rápidamente y los habitantes de los cortijos de la zona y de los pueblos cercanos empezaron a acudir al lugar y a utilizar los fangos y charcos para bañar en ellos a toda clase de animales inutilizados por el reuma, los cuales curaban o encontraban gran alivio; la fama fue tal que numerosas personas con dolores reumáticos y articulares probaron las aguas y los lodos y encontraron siempre resultados muy satisfactorios.

Poco a poco aumentó el número de personas que acudían y se inició la explotación del Balneario que pasó a llamarse Balneario El Raposo, nombre con el que se conoce actualmente debido a que en la zona habitaban numerosos zorros (Francés y López, 2012 en esta misma monografía (1)).

Alcalde (2000) (2) indica que en la Comunidad Autónoma de Extremadura existen seis balnearios en funcionamiento, tres en Cáceres y tres en Badajoz, entre los que se encuentra El Raposo. Indica además que en esta Comunidad algunos balnearios, generalmente fuera de uso, tienen una historia relacionada con la cura de una cerdita o incluso su nombre se relaciona con otros animales, pero únicamente El Raposo sigue en activo y su historia está más documentada.

Aunque la tradición de la cerdita se localiza en 1860, en aquella época no se conocían oficialmente las aguas de este balneario.



Así, en la Monografía sobre aguas minerales y termales de España, publicada por el Ministerio de Fomento en el año 1892, cuyo autor es Federico de Botella y de Hornos (3), se hace una relación, por provincias, de las aguas minerales y termales (Figura 1). Entre ellas, se hace referencia a las aguas del Balneario de Alange y a otros manantiales de la provincia de Badajoz como son los de Burguillos en el Camino de Zafra correspondiente al término de Fregenal de la Sierra o en la propia Zafra, pero no se citan la de La Cochinita o El Raposo.

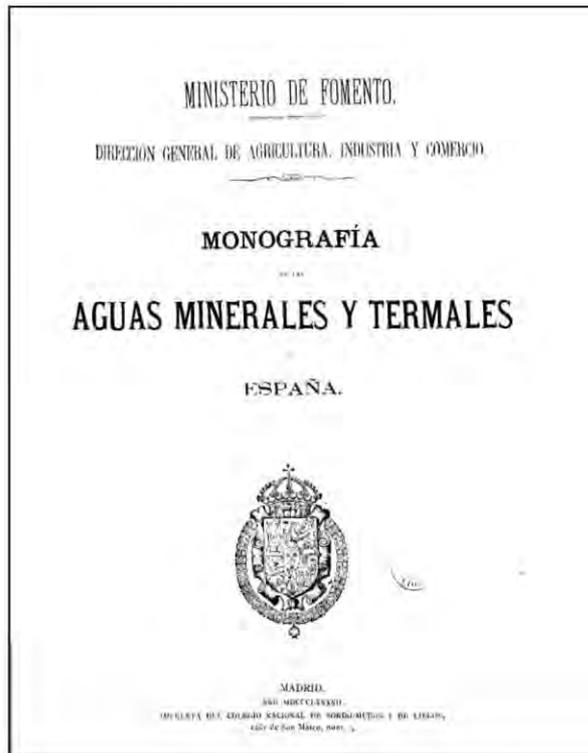


Figura 1.- Monografía sobre aguas minerales y termales de España. Portada.

Domínguez (2006) (4) habla de remedios populares para distintas dolencias, utilizando productos alimenticios y diversas hierbas. Cita la importancia, en el caso concreto del reuma, de proceder a baños y/o lavados, con distintos líquidos o aguates, e incluso comenta que en el norte de Extremadura se recomienda revolcarse en el rocío de la

mañana. Indica que los baños de El Raposo y las aguas del río Matanchel tienen similar cometido.

En relación a los estudios de las aguas del Balneario de El Raposo, el primer análisis de las aguas fue practicado por el Dr. Enrique Ortega y Mayor, del Laboratorio Municipal de Higiene de Madrid, en 1925 quien calificó a las aguas como bicarbonatadas, cálcicas, magnésicas y radiactivas. Este análisis fue la base para que las aguas fueran declaradas de utilidad pública en julio de 1926.

En el Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (5) y en el Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas (2010) (6), se hace referencia a las aguas motivo de estudio y se clasifican como: hipotermales, de mineralización media, muy duras, siendo los iones predominantes, bicarbonatos, cloruros, calcio y sodio. Existen otros estudios a los que iremos haciendo alusión en la exposición de resultados.

2. ANÁLISIS REALIZADOS

En el mes de febrero de 2012 se procedió a la recogida de muestras para la realización de los diferentes análisis. Se tomaron en dos puntos a los que denominamos “Manantial” y “Sondeo”, que coinciden con los estudiados en el capítulo de análisis microbiológico de esta misma monografía (de la Rosa..., 2012) (7).

Se realizaron una serie de análisis a pie de manantial; para las determinaciones que se realizan en el laboratorio se recogieron las muestras, que se conservaron en nevera y en frascos estériles las destinadas a la determinación del poder reductor y otros.

A pie de manantial se tomó la temperatura del agua y del ambiente; se hizo una determinación previa del pH y se cuantificó el anhídrido carbónico, realizando la preparación para la determinación del oxígeno disuelto. En todos los casos se utilizaron métodos oficiales o recomendados.



Dado que no existe normativa específica para las aguas mineromedicinales, los comentarios a los resultados los haremos en relación, principalmente, con el RD 1704/2002 (8), por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas y el RD 140/2003 (9) por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

2.1. Resultados de los análisis

A continuación iremos comentando los resultados obtenidos comparando con los aportados por otros autores y estableciendo las características de mayor interés que nos van a permitir establecer el tipo de aguas a las que pertenecen las del Balneario El Raposo. En la Tabla 1, correspondiente a las constantes físico-químicas, podemos apreciar una temperatura ambiente entre 13 y 16 °C.

Tabla 1.- Constantes físico químicas.

Parámetro	Unidades	Manantial	Sondeo
Temperatura ambiente	°C	13,6	15,5
Temperatura del agua	°C	16,5	18,1
pH	Unidades pH	7,5	7,8
Turbidez	FAU	< 1	< 1

La temperatura del agua fue de 16,5 °C en el Manantial y de 18,1 en el Sondeo. El Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (5) cita 16,5°C y en el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas (2010) (6) se refiere una algo menor, de 16,3 °C.

La Legislación Alimentaria–Código Alimentario Español (2006) (10), indica que se consideran aguas frías aquellas cuya temperatura es inferior a 20 °C, e hipotermas las que

tienen una temperatura entre 20 y 30 °C. Otros autores como Casares et al. (1978) (11), Maraver (2003) (12), Armijo et al. (2003) (13), Corvillo et al. (2006) (14) y Maraver y Armijo (2010) (6) las clasifican como hipotermiales ya que se trata de aguas con una temperatura inferior a 35°C que son las que corresponden a esta nomenclatura.

El pH encontrado fue superior a 7,0. En el Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (5), se cita un pH igual a 7,0 y en el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas (2010) (6), de 6,9. La Legislación Española/CAE (2006) (10), al hablar de las aguas de consumo indica que su pH deberá estar comprendido entre 7,0 y 8,5.

En relación a los gases disueltos, existen en una pequeña cantidad. El contenido de oxígeno es del orden de 2,0 mg/L en ambos puntos y el de anhídrido carbónico se encuentra próximo a los 1,0 mg/L, también en ambas muestras.

En la Tabla 2 se recogen las características generales. Los valores de conductividad eléctrica están muy próximos a 1.000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, entre 950 y 1.040 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Para establecer de qué tipo de agua se trata, podemos considerar lo expuesto por Rodier (1998) (15), para quien las aguas con una conductividad eléctrica CE 666–1.000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ son de mineralización importante.

El Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (5) menciona una conductividad de 1016 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (a 25°C) y en el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas (2010) (6) se indica 1080 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. La Junta de Extremadura (2003) (16), por su parte, refiere una menor conductividad, de 794 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

La cantidad total de sales, expresada como residuo seco se determina actualmente a 180 °C, pero anteriormente la determinación se realizaba a 110 °C, por lo que cuando comparemos nuestros datos con otros o en relación a la clasificación de nuestras aguas, haremos referencia a ambas temperaturas.

Tabla 2.- Características generales.

Parámetro	Unidades	Manantial	Sondeo
Conductividad eléctrica a 20°C	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	1036,43	951,83
Residuo seco a 180°C	mg/L	320,0	276,0
Oxidabilidad al permanganato	mg O ₂ /L	1,6	2,65

Las aguas del Balneario de El Raposo presentan un residuo seco próximo a los 300 mg/L, algo inferior en el punto denominado Sondeo. Por estos datos, podemos clasificarlas como de *mineralización débil* según la Legislación Española/CAE (2006) (10), ya que en ella se indica que las aguas con un residuo seco, obtenido a 110°C, entre 250 y 500 mg/L se consideran de tal mineralización. Similar denominación aparece en el RD 1074/2002 (sobre aguas envasadas) (8). El Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (5) también se refiere al residuo obtenido dando dos valores en función de la temperatura de su determinación: a 180°C da un valor de 591 mg/L. Rodier (1998) (15) comenta que las aguas con un residuo seco inferior a 500 son de buena calidad. La baja oxidabilidad al permanganato, de 1,6 mg de oxígeno por litro en el Manantial y de 2,65 en el Sondeo, nos indica la buena calidad de estas aguas, ya que se trata de valores inferiores al de 3,5 mg/L, límite establecido para aguas de consumo (RD 140/2003 para calidad de las aguas de consumo humano) (9). Este valor está de acuerdo con los obtenidos al determinar los compuestos nitrogenados, ya que el contenido de nitratos (Tabla 4) es muy bajo y hay ausencia de nitritos y amoníaco.

La dureza de las aguas nos indica el contenido de sales de calcio y magnesio, por lo que en la Tabla 3 se incluyen estos valores. En la Figura 2 se representan los valores de dureza, calcio y magnesio de las aguas de El Raposo y se comparan nuestros datos con otros recogidos de la bibliografía.

Tabla 3.- Dureza, calcio y magnesio.

Parámetro	Unidades	Manantial	Sondeo
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	229,0	186,0
Calcio	mg/L	59,6	48,4
Magnesio	mg/L	19,2	15,6

La dureza de las aguas del Balneario El Raposo se encuentran entre 185 y 230 mg de CaCO₃/L. Según Rodier (1998) (15) las aguas con una dureza entre 150 y 300 mg de CaCO₃/L son de dureza media. Casares et al. (1978) (11) las aguas algo duras 220 - 320 mg CaCO₃/L. No obstante, Armijo et al. (2003) (13), Armijo et al. (2008) (17) y Maraver y Armijo (2010) (6), se refieren a la clasificación de las aguas dada por Girard en 1973, en la que se incluyen como aguas blandas aquellas con un contenido de 100–200 mg de CaCO₃/L y aguas duras las que presentan entre 200 y 300 mg de CaCO₃/L.

Por todo lo dicho, clasificaríamos nuestras aguas como duras. Como vemos en la Figura 2 los valores citados por IGME (1980) (18) y en el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas (2010) (6) son superiores a los encontrados en este trabajo.

El calcio y el magnesio, responsables de la dureza de las aguas, se encuentran, lógicamente, en cantidades importantes. El primero dio valores próximos a 50 mg/L y el segundo del orden de 15-20 mg/L. En la Figura 2 se observan nuestros datos en comparación con los de IGME (1980) (19) y con los que aparecen en el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas (2010) (6).

En relación al contenido de estos dos cationes, según el RD 1074/2002 (8), las aguas minerales naturales con un contenido de calcio superior a 150 mg/L pueden ser consideradas cálcicas y las que contienen más de 50 mg/L de magnesio podrán considerarse magnésicas. Por ello, las aguas de El Raposo no pueden ser consideradas como tales, si bien el catión mayoritario es el calcio lo que permitiría denominarlas como aguas cálcicas.

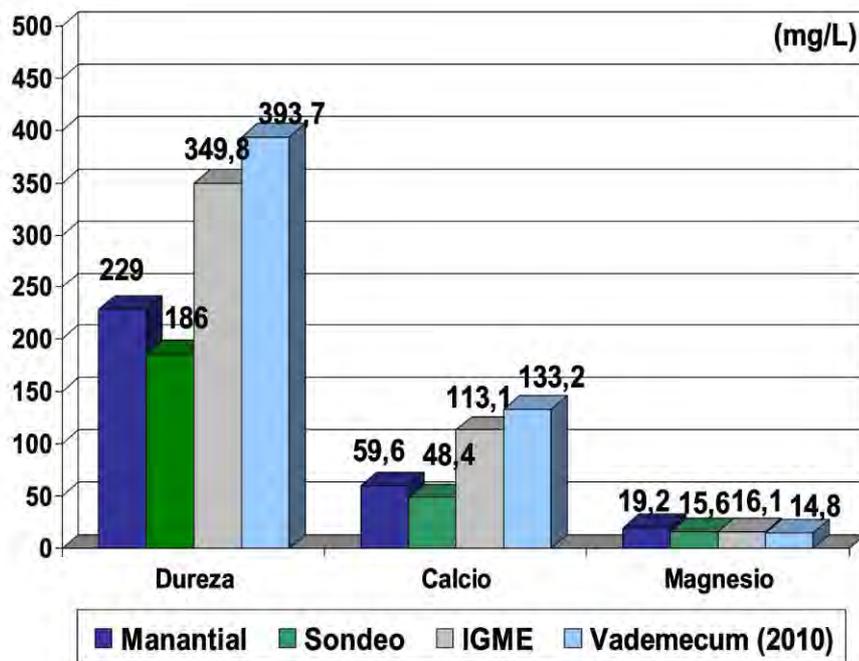


Figura 2.- Datos comparativos de dureza (CaCO_3), calcio y magnesio del Balneario El Raposo.

La Tabla 4 recoge los valores de aniones y en la Figura 3 se representan de modo comparativo algunos de nuestros datos y los obtenidos del Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas 2010 (6).

Tabla 4.- Aniones.

Parámetro	Unidades	Manantial	Sondeo
Bicarbonatos	mg/L	168,2	156,2
Cloruros	mg/L	84,9	64,5
Nitratos	mg/L	13,5	10,7

Los bicarbonatos dieron valores próximos a 150–170 mg/L. Actualmente, estas aguas no se pueden considerar como bicarbonatadas ya que no alcanzan los 600 mg/L que se indican en el RD 1074/2002 (8) que permitiría clasificarlas como tal, en base a lo establecido para aguas minerales naturales; sin embargo se trata de los aniones mayoritarios, por lo que se podrían denominar bicarbonatadas.

Los cloruros se encuentran entre 64 y 85 mg/L, valores que tampoco permiten su denominación como aguas cloruradas ya que no alcanzan los 200 mg/L que lo harían posible, según RD 1074/2002 (8) o según la normativa para aguas de consumo humano (RD 140/2003) (9).

En la Figura 3 se observa que en bibliografía se citan datos superiores a los nuestros.

De los cationes, en la bibliografía (6,16,18) se cita que el sodio se encuentra en torno a 40 mg/L y los sulfatos entre 15 y 25 mg/L. En cuanto a los compuestos nitrogenados, aunque ya los citamos más arriba, tenemos que decir que se trata de aguas de muy buena calidad, con ausencia de amoniacio y nitritos y cifras bajas de nitratos, próximas a 10 mg/L, bastante inferiores a las citadas por Maraver y Armijo (6), que indican 41,4 mg/L o por Corvillo et al. (14), quienes indican 38,9 mg/L.

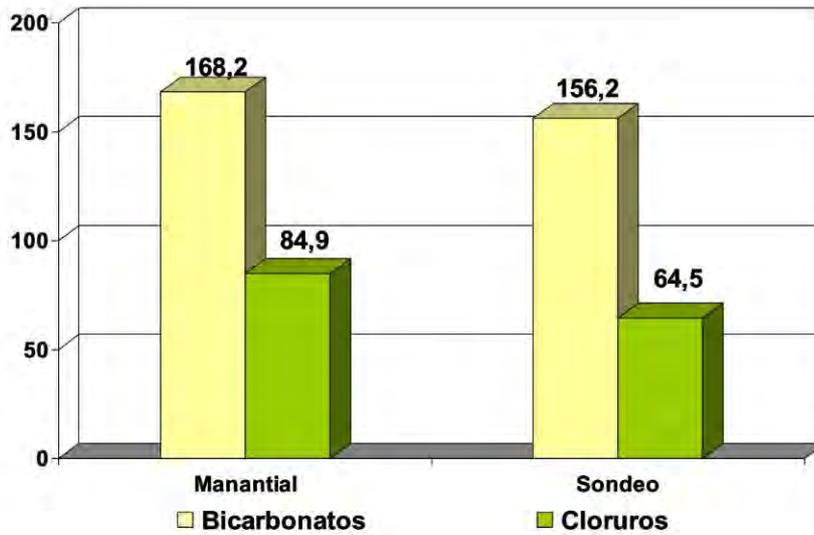


Figura 3.- Aniones en las aguas del Balneario El Raposo

CONCLUSIONES

Como se deduce de los resultados obtenidos, podemos concluir que las aguas del Balneario de El Raposo se pueden considerar aguas hipotermales, de mineralización media/importante, duras, siendo predominantes el calcio, entre los cationes, y los bicarbonatos, entre los aniones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Francés, M^a.C. y López. (2012) “El balneario de El Raposo. Historia y generalidades”. En el estudio de este balneario.
2. Alcalde Molero, C. (2000) Las aguas minerales de Extremadura. En: Panorama actual de las aguas minerales y minero-medicinales en España. J.A. López Geta y J.I. Pinuaga Espejel. Instituto Tecnológico GeoMinero de España (Madrid). Coslada Madrid. Instituto Tecnológico GeoMinero de España (Madrid), Instituto Tecnológico Geominero de España, Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas.
3. Botella, de y de Hornos, F. (1892) Monografía de las Aguas Minerales y Termales de España. Ministerio de Fomento. Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio. Imprenta del Colegio Nacional de Sordo-mudos y de ciegos. Madrid.
4. Domínguez Moreno, J.M. (2006) Traumatología popular extremeña. Revista Folklore. N^o 304. Pág. 111-119.
5. Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) Ed. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
6. Maraver Eyzaguirre, F. y Armijo de Castro, F. (2010) Vademécum II de aguas. Mineromedicinales españolas Editorial Complutense, S.A.
7. De la Rosa, M^a. C. y Mosso, M^a. A. (2011) En el estudio de este balneario.
8. REAL DECRETO 1074/2002, de 18 de octubre de 2002, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de BEBIDA envasadas. Refunde en un texto único y substituye al REAL DECRETO 1164/1991 de 22 de julio, modificado por el REAL DECRETO 781/1998 de 30 de abril, y las disposiciones relativas a las aguas de bebida envasadas de la DIRECTIVA 98/83/CE. 2002.

9. REAL DECRETO 140/2003 BOE nº 45 de 21 de febrero de 2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. 2003.
10. Legislación Alimentaria. (2006) Código Alimentario Español y disposiciones legales complementarias. 7ª edición actualizada. Ed. Tecnos (Grupo Anaya S.A.). Madrid.
11. Casares López, R; García Olmedo, R; Valls Payés, C. (1978) Tratado de Bromatología. 5ª ed. Pub. Dpto. Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado. UCM. Madrid.
12. Maraver Eyzaguirre, F. (2003) “*Importancia terapéutica de las aguas mineromedicinales*”. En: Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Edita Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
13. Armijo, F.; Hurtado, I.; Maraver, F. (2003) “*Aguas mineromedicinales españolas*”. En: Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Edita Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
14. Corvillo Martín, I.; Morer Liñán, C.; Martín Megías, A.; Aguilera López, L. (2006) Estudio analítico de las aguas minerales empleadas en la maduración de los peloides españoles. Anales de Hidrología Médica. Vol. 1. Pág 119 – 133.
15. Rodier, J. (1998) Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. 3ª ed. Ed. Omega Barcelona.
16. Junta de Extremadura. (2003) Recursos Mineros de Extremadura. Las aguas minerales.
17. Armijo, F.; de Michele, D.; Giacomino, M.; Belderrain, A.; Corvillo, I.; Maraver, F. (2008) Análisis de las aguas minerales de la provincia de Entre Ríos, Argentina. Balnez nº 4, 55– 84.
18. IGME. (1980) Las aguas minerales de España. Aguas de Extremadura.

ESTUDIO III

Análisis de radiactividad de las aguas

- M. Carmen Heras Íñiguez*, Ana M. Suáñez Fidalgo, Catalina Gascó Leonarte; Beatriz Romero del Hombrebueno Pozuelo, J. A. Trinidad Ruiz y M. Antonia Simón Arauzo

Departamento de Medio Ambiente (CIEMAT). Avda. Complutense, 40. 28040 Madrid, España. mc.heras@ciemat.es

RESUMEN

Se ha realizado el estudio radiológico del agua del manantial del Balneario de El Raposo en la provincia de Badajoz. Este estudio ha consistido en la determinación cuantitativa de los radionucleidos naturales más importantes desde el punto de vista de la protección radiológica existentes en las aguas del balneario. Además de las aguas muestreadas también se han recogido fangos que asimismo se han analizado. La medida del contenido radiactivo de las aguas constituye un tema cuyo estudio resulta de gran interés. Las aguas con elementos radiactivos disueltos pueden producir, como consecuencia directa de su consumo, dosis de irradiación interna tanto por ingestión como por inhalación de estos elementos. Debido a esto es necesario, en algunos casos, proceder al análisis y posterior evaluación de la dosis asociada a este consumo. El contenido radiactivo en los fangos que se usan sobre la piel, pueden contribuir asimismo a la dosis por irradiación.



1. INTRODUCCIÓN

La Unidad de Radioactividad Ambiental y Vigilancia Radiológica del departamento de Medio Ambiente del CIEMAT ha realizado un estudio de la radiactividad en cuatro puntos de toma de muestra (Manantial, Sondeo 1, Sondeo 2 y Galería) del Balneario de El Raposo, también se estudiado el contenido en radiactividad del fango usado en el Balneario con fines medicinales. Este trabajo está englobado dentro de un estudio más amplio sobre las características generales de los balnearios españoles en el que se incluyen las características radiológicas de sus aguas mineromedicinales.

Las aguas subterráneas que circulan por la corteza terrestre constituyen agentes fundamentales en los procesos geológicos de formación. Siendo un solvente natural complejo y dinámico, el agua participa tanto en los procesos de disolución y transporte como en las reacciones químicas y en la transferencia de calor, gases y elementos químicos. Como consecuencia de ello es el principal medio de dispersión y transporte de los elementos radiactivos naturales a través de la biosfera y de los niveles tróficos hasta alcanzar al hombre.

2. ANÁLISIS DE RADIATIVIDAD

Los isótopos radiactivos que habitualmente se encuentran presentes en el agua, a excepción del K-40, tritio y Carbono-14, proceden de las series radiactivas naturales de los radionucleidos primarios U-238, U-235 y Th-232, que se encuentran distribuidos abundantemente, aunque de forma desigual, en la corteza terrestre.

Estos radionucleidos cabeza de las series radiactivas son denominados radionucleidos primigenios, ya que proceden de los primitivos materiales que se acumularon en la formación de la tierra, y por sus largos periodos de semidesintegración

están aún presentes. La mayor parte de los otros radionucleidos miembros de las series son de periodos más cortos y se están produciendo continuamente por la desintegración de sus precursores, de periodos largos.

La mayor o menor concentración de estos radionucleidos en las aguas viene condicionada no sólo por la mayor abundancia en el terreno sino también por las características físico-químicas de cada uno de ellos individualmente (solubilidad, etc.). Ello hace que los equilibrios radiactivos seculares entre los radionucleidos existentes en los terrenos se alteren radicalmente en las aguas que los disuelven y acumulan. Un caso típico es el Rn-222, cuya actividad en agua suele ser mucho mayor que la de su progenitor el Ra-226, de características físico-químicas distintas, a pesar de su periodo de semidesintegración mucho más corto.

3. ÍNDICES DE ACTIVIDAD TOTAL

Una estimación del contenido de la radiactividad en el agua nos la proporcionan los llamados índices de radiactividad alfa total y beta total, cuya medida es simple y rápida y que nos permite decidir sobre la necesidad de realizar determinaciones cuantitativas e individualizadas de los posibles radionucleidos presentes.

Estas medidas son, como su nombre indica, unos índices y por tanto proporcionan unos valores orientativos, los cuales se expresan refiriendo toda la actividad alfa como si fuera Am-241 y la actividad beta como Sr-90 en equilibrio con el Y-90.

La determinación de los citados índices se ha realizado siguiendo los procedimientos normalizados en el laboratorio

Los equipos utilizados han sido un contador de centelleo sólido de sulfuro de cinc (Ag), modelo 2007P de la firma “Canberra”, para la medida de la actividad alfa, y un

contador proporcional de flujo de gas, modelo Berthold 6B-770/2, para la medida de la actividad beta.

4. DETERMINACIÓN DE RADIONUCLEIDOS

La selección de los radionucleidos a determinar se ha basado fundamentalmente en criterios de peligrosidad radiológica, según su contribución a las dosis del hombre por ingestión o inhalación. Siguiendo este criterio se ha elegido en primer lugar el Rn-222 y su progenitor el Ra-226, que son los principales contribuyentes de la radiactividad de la serie del U-238, debido a sus descendientes de periodo de semidesintegración corto, con los cuales alcanza rápidamente el equilibrio. Los restantes radionucleidos seleccionados han sido fundamentalmente aquellos de periodo de semidesintegración largo, que son los únicos que se pueden determinar en la práctica aunque se haya roto el equilibrio radiactivo entre los diferentes radionucleidos de la serie.

Los radionucleidos seleccionados han sido los siguientes:

Rn-222

En general, el mayor porcentaje de radiactividad de las aguas subterráneas se debe a la presencia de Rn-222. Debido a sus propiedades físico-químicas se produce una acumulación de radón en el agua que da lugar a valores de actividad muy superior a la debida al simple equilibrio radiactivo con su progenitor. Por otra parte, la presencia de Rn-222 juega un papel primordial en la actividad total de las aguas, no sólo por su propia radiactividad sino porque es el precursor de una serie de radionucleidos de periodos de semidesintegración cortos, tales como el Pb-214 ($T_{1/2}= 26,8$ minutos) y Bi-214 ($T_{1/2}=19,8$ minutos), que contribuyen en gran medida a los valores de actividad encontrada en las aguas.

El Rn-222 pertenece a la serie radiactiva del U-238, forma parte de los gases nobles, grupo de elementos químicos de muy poca reactividad química, por lo que su disolución y arrastre por el agua se realiza mediante procesos físicos.

Los métodos de medida "*in situ*" en el propio manantial son menos sensibles y precisos que los métodos de determinación de radón en el laboratorio, que es como se han realizado. Para ello se requiere una toma de muestra de agua en el balneario sin pérdidas de radón, utilizando para la misma un recipiente herméticamente cerrado.

La determinación del Rn-222 se realiza por medida directa mediante la técnica de espectrometría gamma del envase que contiene la muestra. El cálculo de la actividad se realiza sobre los fotopicos del Pb-214 y Bi-214, en equilibrio con el Rn-222 (3). El equipo utilizado es un detector de germanio intrínseco "reverse" (Rege) con su correspondiente cadena electrónica asociada. El detector está rodeado con un blindaje de plomo de 10 cm. de espesor para reducir el fondo.

El envase utilizado para la toma de muestra, transporte y medida directa de la actividad ha sido tipo "Marinelli" de 0,5 Litros de capacidad, con el que se obtiene un máximo de sensibilidad analítica.

Ra-226

El Ra-226 es un radionucleido emisor alfa con un periodo de semidesintegración $T_{1/2}=1600$ años y es el precursor del Rn-222. Su determinación en agua se realiza según el procedimiento normalizado (4) mediante una separación radioquímica del radio utilizando portador de bario. Las medidas se realizan con un detector de sulfuro de cinc a distintos intervalos de tiempo a partir del momento de separación y mediante el planteamiento y resolución de un sistema de ecuaciones simultáneas se obtienen las actividades de Ra-226 y Ra-224.



U-238, U-235, U-234

Los isótopos de uranio se han determinado utilizando la técnica de espectrometría alfa, previa separación radioquímica y deposición electrolítica sobre un disco de acero inoxidable, utilizando como patrón interno el U-232 (5).

Th-230, Th-232, Th-228

Los isótopos de torio se han determinado por espectrometría alfa (6) previa separación radioquímica y utilizando como patrón interno el Th-229.

El Th-230 pertenece a la serie radiactiva natural del U-238 y tiene un periodo de semidesintegración $T_{1/2}=80.000$ años. Su determinación es muy importante por tratarse de un radionucleido muy restrictivo desde el punto de vista de protección radiológica, dado que es un emisor alfa con un periodo de semidesintegración elevado.

Pb-210

El Pb-210 es un emisor beta con un periodo de semidesintegración $T_{1/2}= 22$ años. Su determinación con alta sensibilidad se realiza mediante un doble autodepósito de Po-210 en discos de plata. En el primero se determina el Po-210 guardándose la disolución sobrenadante del disco de plata durante al menos 3 meses.

El Po-210 que se deposita la segunda vez corresponde al crecimiento debido a la presencia de Pb-210 puro obtenido en el primer autodepósito. El recuento es mediante espectrometría alfa de alta sensibilidad con las correcciones correspondientes al estado de equilibrio radiactivo alcanzado en el tiempo transcurrido entre el 1^{er} y 2^o depósitos (7).

Po-210

El Po-210 es un radionucleido emisor alfa con un periodo de semidesintegración de $T_{1/2}=138,4$ días. Es descendiente directo del Pb-210 y Bi-210, que a su vez provienen de la cadena de desintegración del Rn-222. Su determinación en agua se realiza según el

procedimiento normalizado (8) mediante un autodepósito sobre disco de plata en medio reductor, citrato sódico y bismuto en baño de agua termostatzado (90° C).

El rendimiento químico del procedimiento se determina por medio de un trazador de Po-209. La medida se realiza mediante espectrometría alfa de alta sensibilidad y bajo fondo con detector de Si implantado.

K-40

El K-40 es un emisor beta-gamma con un periodo de semidesintegración $T_{1/2}=1,28 \times 10^9$ años. Su determinación se realiza por espectrometría gamma (3) a partir del fotopico de 1.460 keV.

H-3

El tritio es un emisor beta con un periodo de semidesintegración $T_{1/2}=12,33$ años. Su determinación se puede llevar a cabo mediante destilación y medida directa por centelleo líquido, o bien por concentración electrolítica y medida igualmente por centelleo líquido (9,10). Por este último método se pueden detectar cantidades menores de actividad.

5. RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra la concentración obtenida para los diferentes radionucleidos, de los cuatro puntos de muestreo de agua, expresados como actividad en Bequerelios/Litro y su incertidumbre asociada para un factor de cobertura $k = 2$.



Tabla 1.- Actividad (Bq/L) de los isótopos analizados en las aguas.

ENSAYO	Manantial (Bq/L)	Sondeo 1 (Bq/L)	Sondeo 2 (Bq/L)	Galería (Bq/L)
Alfa total	0,116 ± 0,014	0,126 ± 0,015	0,0778 ± 0,011	0,116 ± 0,015
Beta total	ND	ND	0,038 ± 0,023	0,061 ± 0,023
Rn-222	15,48 ± 1,28	17,83 ± 0,78	2,84 ± 0,74	2,39 ± 0,45
Pb-210	0,0087 ± 0,0013	0,0092 ± 0,0018	0,0041 ± 0,0013	0,0036 ± 0,0012
Po-210	0,007 ± 0,0032	0,0021 ± 0,0008	0,0011 ± 0,00045	0,0017 ± 0,0011
Ra-226	0,0094 ± 0,0038	0,0156 ± 0,0047	0,0072 ± 0,0028	0,0052 ± 0,0030
Th-232	ND	0,0066 ± 0,0018	ND	0,0023 ± 0,0007
Th-230	0,010 ± 0,0026	0,020 ± 0,005	0,012 ± 0,003	0,012 ± 0,003
Th-228	0,0075 ± 0,002	0,0093 ± 0,0025	0,004 ± 0,001	0,0065 ± 0,0018
Tritio	0,00036 ± 0,00007	0,00044 ± 0,000084	0,00041 ± 0,00008	0,0004 ± 0,000077
U-238	0,0055 ± 0,001	0,01 ± 0,001	0,011 ± 0,0010	0,018 ± 0,0014
U-235	0,0004 ± 0,0003	0,0003 ± 0,00023	0,0059 ± 0,00022	0,0066 ± 0,00025
U-234	0,024 ± 0,0023	0,058 ± 0,0041	0,053 ± 0,003	0,061 ± 0,0033

ND: no detectable.

En la Tabla 2 se muestra la concentración obtenida para los diferentes radionucleidos, tanto del sedimento seco (fango calcinado a 600°C) como del fango húmedo, en este último solo se han hecho medidas por espectrometría gamma expresados como actividad en Bequerelios/Kg húmedo y su incertidumbre asociada para un factor de cobertura $k = 2$.

Tabla 2.- Actividad (Bq/Kg) de los isótopos analizados en los sedimentos/fangos

ENSAYO	Sedimento (Bq/Kg)	Fango (Bq/Kg)
Alfa total	380 ± 80,6	-----
Beta total	970 ± 42	-----
Rn-222	22,42 ± 1,77	13,16 ± 1,4
Pb-210	48 ± 12	-----
Po-210	34,7 ± 6,2	-----
Ra-226	30,9 ± 7,1	-----
Th-232	45,9 ± 10,6	-----
Th-230	35,3 ± 8,27	-----
Th-228	64,1 ± 14,7	-----
Cs-137	2,08 ± 0,2	1,03 ± 0,1
U-238	11,56 ± 1,54	-----
U-235	0,42 ± 0,28	-----
U-234	20,40 ± 2,15	-----

Como se puede ver en los resultados de las muestras de agua, el índice de actividad alfa total está dentro del de actividad permitida para las aguas de consumo humano 0,1 Bq/L (R.D. 140/2003) aunque esta normativa no aplica a las aguas mineromedicinales. Los resultados individuales de los emisores alfa (Rn-222, Po-210, Ra-226, Th-228, Th-230, Th-232, U-234, U-235, U-238) muestran niveles muy por debajo de las concentraciones de referencia para la radiactividad en el agua potable publicadas por la Comisión Europea. Los resultados del índice de actividad beta fueron inferiores al límite de detección. Los análisis de los emisores beta Pb-210 y tritio corresponden a valores naturales muy bajos.

En cuanto a las muestras de sedimentos y fangos, los niveles de actividad detectados son similares a los medidos en muestras ambientales (200-600 Bq/Kg) para la actividad alfa total y (800-1200 Bq/Kg) para la actividad beta total. Al igual que ocurre con las muestras de agua, los resultados individuales de los emisores alfa y beta son muy bajos. Aunque hay

que resaltar que se ha detectado un isótopo de origen artificial que es el Cs-137, si bien la concentración detectada es irrelevante.

CONCLUSIONES

En las muestras de agua no se ha detectado ningún isótopo radiactivo de origen artificial en las aguas del Balneario de El Raposo. La actividad detectada es debida a la presencia de radionucleidos de origen natural pertenecientes a las series radiactivas del ^{238}U , ^{235}U y ^{232}Th . En la muestra de fangos tanto húmedo como seco se ha detectado Cs-137 que es un isótopo de origen artificial, que se encuentra en el medio ambiente como consecuencia del “fall out” y su nivel es comparable a las cantidades encontradas en la naturaleza tanto en suelos como en sedimentos de zonas que no están contaminadas por otro tipo de actividades.

La actividad total detectada es baja en comparación con otros balnearios estudiados.

La actividad debida a la presencia de ^{222}Rn en las aguas de este balneario es similar a los valores habituales encontrados en aguas subterráneas, tanto en España como en otros países, y a los encontrados en los otros balnearios estudiados anteriormente.

A la vista de los resultados obtenidos, se puede concluir que las aguas del Balneario de El Raposo tienen valores bajos de radiactividad de entre los estudiados hasta la fecha exceptuando los valores de Rn-222 que son comparables a los encontrados en el resto de los balnearios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Trinidad, J.A., & Suárez A.M. (2009) Determinación de la actividad alfa total en aguas por centelleo sólido. (RA/PT-E 01, 2ª Ed). Dpto de Medio Ambiente. CIEMAT.
2. Determinación del índice de actividad beta total en aguas mediante contador proporcional. UNE 73311-4 (2002).
3. Pozuelo, M., (2002). Procedimiento de determinación de emisores gamma en muestras ambientales.(PE-IA-LRA-07). Dpto de Impacto Ambiental de la Energía CIEMAT.
4. Gómez, V., Heras, M.C., & García M,R, (1994) Procedimiento para la determinación de Ra-226 y Ra-224 en aguas y en suelos, mediante separación radioquímica y posterior medida alfa con contador proporcional reflujo continuo de gas o contador de centelleo. (PR-X2-04, 1ª Ed). Dpto de Impacto Ambiental de la Energía CIEMAT.
5. Heras, M.C., Gómez, V., García, M.R., Pozuelo, M. & Gracia, J.A. (1996) Procedimiento para la separación radioquímica y determinación mediante espectrometría alfa de uranio en aguas, suelos, sedimentos y muestras biológicas. (PR-X2-09). Dpto de Impacto Ambiental de la Energía CIEMAT.
6. Pozuelo, M., (2002) Procedimiento para la determinación de Th-230 en aguas por espectrometría alfa. (PE-IA-LRA-09, 1ª Ed.) Dpto de Impacto Ambiental de la Energía CIEMAT.
7. Gascó, C., Sanz, Mª Belén, E. Fernández (2012). Determinación de Po-210/Pb-210 en muestras ambientales. (RA/PT-L4-04). Dpto de Medio Ambiente. CIEMAT.
8. Gascó, C. (2006). Determinación de Po-210 en agua potable. (PT-IA/RA-TU06). Dpto de Medio Ambiente. CIEMAT.
9. Simón, M.A., Romero del Hombrebueno, B., & Larena, P. (2004). Determinación de tritio en aguas por centelleo líquido con concentración electrolítica previa. (PT-IA/RA-CL01, 1ª Ed.). Dpto de Medio Ambiente. CIEMAT.
10. Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (2003). Real Decreto 140/.

ESTUDIO IV

Análisis microbiológico de las aguas

- M. Carmen de la Rosa Jorge*, Concepción Pintado García, Carmina Rodríguez Fernández, M. Ángeles Mosso Romeo

*Departamento de Microbiología II. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid, España.
delarosa@farm.ucm.es*

RESUMEN

Se ha estudiado la microbiota autóctona y alóctona de las aguas mineromedicinales del Balneario “El Raposo” (Badajoz). El número total de microorganismos en el agua ha sido de $9,1 \times 10^4$ /mL, la mayoría vivos (70,3 %). No se han encontrado indicadores fecales ni microorganismos patógenos por lo que estas aguas cumplen con la normativa española de aguas de consumo. La microbiota autóctona está constituida, principalmente, por bacterias oligotróficas aerobias Gram negativas (73%) de la clase Gammaproteobacteria y, en menor proporción, por bacilos (23,5%) y cocos Gram positivos (3,5%). Se han detectado bacterias con actividades amonificantes, proteolíticas, amilolíticas, y celulolíticas así como hongos en 100 mL de agua. También se estudiaron los biotapetes formados en los canales del jardín del Balneario, constituidos por una asociación de algas verdes, cianobacterias filamentosas y esféricas y diatomeas.

1. INTRODUCCIÓN

El Balneario de “El Raposo” pertenece al término municipal de Puebla de Sancho Pérez, provincia de Badajoz, en la comunidad autónoma de Extremadura. Se encuentra situado en la comarca de Zafra- Río Bodión, en la antigua Ruta de la Plata. Se ubica sobre un terreno llano, a 535m de altitud, a orillas del arroyo El Raposo.

Estas aguas fueron declaradas de utilidad pública en 1926 (1) aunque ya se utilizaban en el último tercio del siglo XIX. Actualmente el Balneario dispone de modernas instalaciones para los distintos tratamientos termales y de un hotel recientemente reformado. El conjunto está enclavado en un frondoso y extenso jardín (Figura 1).



Figura 1.- Edificio y jardines del balneario “El Raposo”.

En este trabajo se han estudiado los microorganismos de interés sanitario que pudieran suponer un riesgo para la salud de los usuarios que reciben los tratamientos terapéuticos en el Balneario, como son los indicadores de contaminación fecal y algunos patógenos que se transmiten a través del agua. Además, se ha caracterizado, por primera vez en estas aguas mineromedicinales, la microbiota autóctona de estos manantiales que depende de las propiedades físicas y químicas de los mismos, así como sus actividades metabólicas en los ciclos biogeoquímicos, por su importante papel en la autodepuración de

las aguas. También se han estudiado los biotapetes que se forman en los canales que se encuentran en el jardín del Balneario y que están constituidos por diversas comunidades microbianas.

2. RESULTADOS

2.1. Manantiales

El Balneario utiliza principalmente un manantial mineromedicinal y, en caso necesario, el agua de dos sondeos. El punto de emergencia del manantial se encuentra en el interior del Balneario, surge de una galería de captación de unos 50 m de longitud, excavada en la roca y embovedada de ladrillos, protegido por una tapa de cristal (Figura 2 a, b). El sondeo 1, que es el que más se utiliza, está situado en el exterior del edificio del Balneario a unos 60m de profundidad (Figura 2c). Ambas captaciones se conducen, mediante tuberías a unos depósitos de acero inoxidable donde se mezclan (Figura 2d). Estas aguas mineromedicinales emergen a una temperatura de 17 °C, tienen un pH neutro y se clasifican como hipotermales, de mineralización media, con predominio de bicarbonato, cloruro, calcio y sodio (2).

Para realizar este estudio se tomaron muestras de agua procedentes del punto de emergencia del manantial y del sondeo 1, en marzo del año 2011. Las muestras se recogieron en recipientes estériles de 1,5 litros, por duplicado y se trasladaron, a temperatura ambiente y en oscuridad, hasta el laboratorio analizándolas antes de las 24 horas. Además se tomaron, en recipientes estériles, los biotapetes formados en los canales del jardín del Balneario.



Figura 2.- Puntos de emergencia. a, b) manantial; c) sondeo; d) depósitos.

2.2. Microorganismos totales y vivos

En los hábitats acuáticos vive una microbiota autóctona muy variada, tanto en tamaño y estado fisiológico como en actividad metabólica. Para determinar el número y la morfología de todos los microorganismos presentes en estos ambientes, la técnica más adecuada es el recuento directo con un microscopio de fluorescencia, utilizando varios fluorocromos que nos permiten distinguir los microorganismos muertos de los vivos. Los colorantes empleados en esta investigación han sido: naranja de acridina, Syto[®] 9 y yoduro de propidio del kit “BacLight Live/Dead”. Las muestras teñidas se filtraron a través de una membrana de 0,2 μm de diámetro de poro y se observaron con objetivo de inmersión en un microscopio de epifluorescencia (Nikon). Se contaron el número de células verdes (vivas) y rojas (muertas), expresando el resultado como número de microorganismos totales y vivos por mililitro de agua (3).

El número de microorganismos totales ha sido de $8,5 \times 10^4/\text{mL}$ en el manantial y $9,8 \times 10^4/\text{mL}$ en el sondeo, estando la mayoría vivos, 67,2 % y 72,4 %, respectivamente.

Estos resultados son semejantes a los encontrados en otros manantiales de aguas mineromedicinales hipotermales, bicarbonatados (4,5). El recuento de microorganismos totales, observado al microscopio, es siempre superior al de viables, obtenido por cultivo, en dos a cuatro unidades logarítmicas, debido a que se contabilizan todos los microorganismos presentes, incluso los muertos.

2.3. Bacterias aerobias viables y esporuladas

Para detectar una posible contaminación microbiana del acuífero, procedente de las aguas superficiales, es útil determinar el número de bacterias aerobias viables en las aguas mineromedicinales de origen subterráneo. El recuento de estas bacterias se realizó por las técnicas de filtración (filtros de 0,22 μm) y dilución en placa, utilizando los medios agar extracto de levadura (6) para las bacterias heterótrofas y agar R₂A (7) para las oligotrofas, e incubando a 22 °C, cinco días y a 37 °C, 48 horas. Para el recuento de bacterias esporuladas se calentó la muestra a 80 °C, 10 minutos, sembrando por los mismos métodos, y utilizando el medio de cultivo agar extracto de levadura con 0,1% de almidón. Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonias por mililitro de agua (ufc/mL).

En el punto de emergencia del manantial, el número de bacterias heterótrofas y esporuladas es muy bajo, lo que significa que la protección del manantial es adecuada (Tabla 1).

Tanto el manantial como el sondeo presentan más bacterias oligotrofas que heterótrofas, propio de ambientes acuáticos pobres en materia orgánica (8). Los valores obtenidos son semejantes a los de otros manantiales españoles hipotermales (9). La diferencia entre los recuentos de microorganismos vivos observados con microscopio de fluorescencia y de bacterias viables, obtenidos por cultivo, se debe a que muchas de las bacterias presentes no pueden cultivarse ya que son incapaces de crecer en las condiciones y medios de cultivo utilizados en el laboratorio y, algunas, se encuentran en el estado de viable no cultivable (10).

Tabla 1.- Número de bacterias aerobias viables y esporuladas (ufc/mL).

T ^a (° C)	Bacterias	Manantial	Sondeo
22°	Heterótrofas	34	128
37°		5	65
22°	Oligotrofas	204	221
37°		78	148
22°	Esporuladas	6	5
37°		2	1

2.4. Microorganismos de interés sanitario

Las aguas mineromedicinales se emplean en los balnearios para tratamientos terapéuticos, por lo que es necesario un control microbiológico periódico, para evitar cualquier riesgo sanitario asociado a la presencia de microorganismos patógenos, que puedan transmitirse a través del agua por las vías de aplicación utilizadas: oral, respiratoria o tópica.

Para detectar la posible presencia de indicadores fecales se han realizado los recuentos de coliformes totales, coliformes fecales, enterococos, esporas de *Clostridium* sulfito-reductores y *C. perfringens* y la presencia de *Escherichia coli*, además se han investigado *Salmonella* y *Pseudomonas aeruginosa*, utilizando los métodos oficiales de las aguas de consumo humano (6) y de bebida envasadas (11). La detección de *Staphylococcus aureus* se ha realizado filtrando 250 mL de agua, cultivando el filtro en caldo triptona soja, aislando en agar Baird-Parker (12) e incubando a 37 °C, 48 horas. La investigación de *Legionella pneumophila* se ha hecho según la Norma ISO 11731, utilizando la técnica de filtración (13).

Las muestras estudiadas no presentan microorganismos indicadores de contaminación fecal (*Escherichia coli*, enterococos, *Clostridium* sulfito-reductores ni *Clostridium perfringens*) en 100 mL de agua, por lo que cumplen con la normativa de aguas de consumo humano (6).

Tampoco se han encontrado bacterias patógenas (*Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila* y *Staphylococcus aureus*) en 250 mL de agua. Se han detectado coliformes totales en número bajo, menos de 10 por 100 mL. Las especies identificadas proceden del suelo y no indican contaminación fecal.

2.5. Microorganismos de interés ecológico

La microbiota autóctona de las aguas mineromedicinales es de gran interés ecológico ya que participa en los procesos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y azufre. Estos microorganismos poseen diversas capacidades metabólicas, transformando los compuestos orgánicos en inorgánicos lo que contribuye a la autodepuración de las aguas, así mismo provee de nutrientes a las plantas y otros seres vivos, manteniendo el equilibrio biológico de estos ambientes hidrotermales (8).

En este estudio, se ha determinado el número de bacterias que intervienen en el ciclo del carbono (proteolíticas, amilolíticas, celulolíticas), del nitrógeno (amonificantes, nitrificantes) y del azufre (sulfato-reductoras). Se ha utilizado la técnica del número más probable (NMP) y los medios descritos por Pochon y Tardieux (14) para las bacterias del ciclo del carbono y del nitrógeno, y por Rodina (15) para las sulfato-reductoras. La incubación se ha realizado a 30° C durante 30 días y los resultados se han expresado como NMP de microorganismos en 100 mL de agua (Tabla 2).

Estas aguas presentan bacterias proteolíticas, amilolíticas, celulolíticas, amonificantes y nitrificantes. Los microorganismos con actividades proteolíticas, amilolíticas y amonificantes son muy abundantes en los hábitats naturales y son importantes en la eliminación de materia orgánica, en las aguas subterráneas, habiéndose encontrado en varios manantiales hipotermas (5,9,16). Las bacterias celulolíticas y nitrificantes no suelen detectarse en este tipo de aguas o se encuentran en un número muy bajo (5,16,17).

Tabla 2.- Número de microorganismos de interés ecológico.

Microorganismos	Manantial	Sondeo
NMP/100mL		
Proteolíticos	$4,6 \times 10^3$	$2,3 \times 10$
Amilolíticos	$1,1 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$
Celulolíticos	$3,8 \times 10$	3
Amonificantes	$>1,4 \times 10^4$	$>1,4 \times 10^4$
Nitrificantes	$1,6 \times 10$	$1,1 \times 10$
Sulfato-reductores	3,6	-
ufc/100mL		
Halófilos	$1,2 \times 10$	5
Hongos	$1,4 \times 10^3$	5×10

En el manantial, además, se han encontrado bacterias sulfato-reductoras del género *Desulfovibrio* en número muy bajo, debido, probablemente, a que el agua contiene una pequeña cantidad de sulfatos. Estas bacterias reducen estos sulfatos a sulfhídrico en condiciones anaerobias, por lo que su presencia en el agua no es frecuente, sin embargo se han detectado en algunos manantiales sulfatados (9,16,17).

Estas aguas son de mineralización media y poseen cloruros y sodio, por lo que se han estudiado los microorganismos halófilos moderados. Los recuentos se han realizado por la técnica de filtración, utilizando agar halófilo con 15 % de cloruro sódico (18), incubando a 30 °C, durante 7 días. Los resultados se han expresado como ufc por 100 mL de agua (Tabla 2). Las muestras presentan un número pequeño de bacterias halófilas facultativas, principalmente del género *Bacillus* y en menor proporción del género *Staphylococcus*. Estas bacterias se encuentran en ambientes salinos y se han detectado en otros manantiales de mineralización media (4,16,17).

También se han estudiado otros tipos de microorganismos constituyentes de la microbiota autóctona de estos manantiales: hongos, cianobacterias y algas.

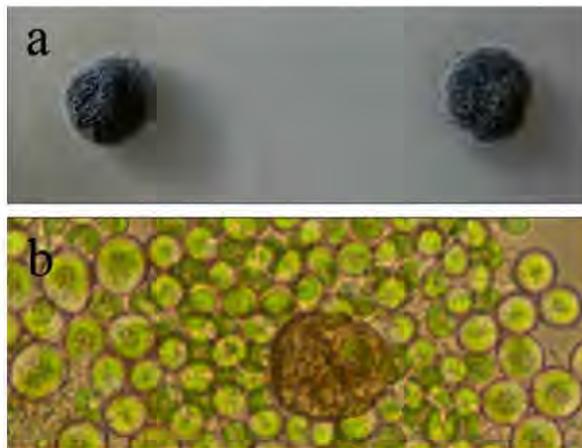


Figura 3.- a) *Exophiala* b) *Chlorella*.

El recuento de hongos se realizó por el método de filtración, utilizando el medio agar Sabouraud con cloranfenicol al 0,05 % (12). Los hongos filamentosos se han encontrado en mayor número en el manantial, (Tabla 2) y pertenecen principalmente al género *Exophiala* seguido de los géneros *Penicillium* y *Cladosporium*.

En el sondeo se ha detectado un pequeño número de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. La presencia de mohos en aguas minerales es poco frecuente pero se han encontrado en otros manantiales mineromedicinales (5,17,19) ya que la mayoría proceden del suelo pero se adaptan a las condiciones de estos ambientes acuáticos. El género *Exophiala* es un hongo dematiáceo, de color negro y aspecto aterciopelado (Figura 3 a). Se han descrito varias especies, algunas de las cuales viven en el agua, donde se comportan como saprofitos (20).

La presencia de algas y cianobacterias se ha determinado filtrando 100 mL e inoculando el filtro en medio Stanier (21), incubando con iluminación controlada a 24° C, durante 30 días. No se han detectado cianobacterias en ninguna muestra de agua. El manantial presenta algas verdes unicelulares del género *Chlorella* (Figura 3b), frecuentes en todo tipo de aguas dulces pero, en aguas subterráneas, no crecen ya que necesitan la luz por ser microorganismos fotosintéticos.

2.6. Identificación de bacterias heterótrofas

Las cepas aisladas en los distintos medios de recuento se han identificado por las características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas. Además se utilizó el sistema de identificación miniaturizado API® (bioMérieux), empleando las galerías 20 E y 20 NE para los bacilos Gram negativos fermentadores y no fermentadores, respectivamente, las galerías Coryne para los bacilos Gram positivos no esporulados, las galerías 50CH para los esporulados y las galerías Staph para los cocos Gram positivos.

En las muestras estudiadas se han aislado 115 cepas de bacterias viables heterótrofas y oligotrofas, que corresponden a los tipos morfológicos de bacilos Gram negativos (73 %), bacilos Gram positivos (23,5 %) y cocos Gram positivos (3,5 %) (Tabla 3). Según la clasificación taxonómica del Manual de Bergey (22,23) las cepas identificadas pertenecen, en su mayoría, al *Phylum Proteobacteria* (64,7%), y en menor proporción a los *Phyla: Firmicutes* (21%), *Actinobacteria* (8,6%) y *Bacteroidetes* (5,7 %) (Tabla 4). La mayoría de los bacilos Gram negativos aislados son no fermentadores (55,6%) y pertenecen a la clase *Gammaproteobacteria* (49,5%). Estos resultados son semejantes a los obtenidos en otros manantiales minerales hipotermales (5, 16, 19, 24) y en aguas minerales envasadas (25).

No se han observado diferencias entre la microbiota autóctona del manantial y el sondeo aunque el manantial presenta una mayor proporción de bacilos Gram negativos fermentadores (Tabla 3).

En estos manantiales se han aislado un gran número de cepas de bacterias con pigmentos carotenoides (amarillos y naranjas) y fluorescentes. Es frecuente la presencia de este tipo de bacterias en aguas minerales (16, 26), debido a que los pigmentos carotenoides las protegen de las radiaciones evitando la muerte fotodinámica.

Entre ellas, destacamos en estas aguas dos especies: *Sphingomonas paucimobilis*, con pigmento carotenoide amarillo (Figura 4

a) y *Pseudomonas chlororaphis* que posee, además de un pigmento fluorescente, otro pigmento verde (clororafina), una fenazina que cristaliza alrededor de las colonias y que tiene acción antimicrobiana (Figura 4b).

Esta bacteria ha sido aislada de diversos orígenes (agua, suelo, rizosfera) (22), forma biofilmes y se utiliza en agricultura como un efectivo agente de control microbiológico frente a los hongos (27).



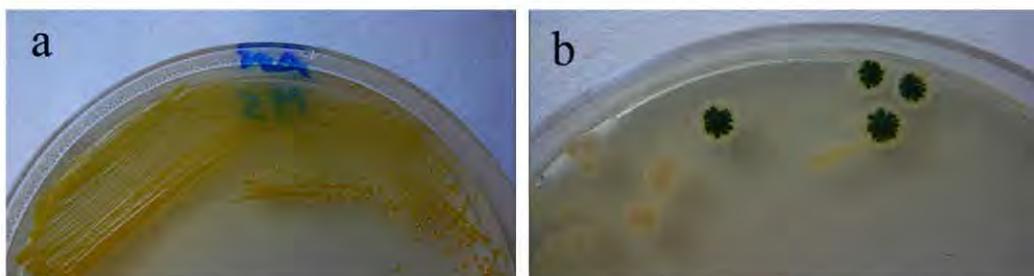


Figura 4.- Bacterias pigmentadas: a) *Sphingomonas paucimobilis* b) *Pseudomonas chlororaphis*.

Tabla 3.- Tipos morfológicos de bacterias (% cepas).

Bacterias	Manantial (n: 70)	Sondeo (n: 45)	Total (n:115)
Bacilos Gram negativo	74,3	71,1	73,0
No Fermentadores	51,4	62,2	55,6
Fermentadores	22,9	8,9	17,4
Gram positivos	25,7	28,9	27,0
Bacilos	22,9	24,4	23,5
Cocos	2,8	4,5	3,5

Tabla 4.- Clasificación taxonómica (% cepas).

Phylum	Clase	Manantial	Sondeo	Total
<i>Proteobacteria</i>		63,0	67,5	64,7
	Alpha	7,7	15,0	10,5
	Beta	3,0	5,0	3,8
	Gamma	50,8	47,5	49,5
	Delta	1,5	0,0	0,9
<i>Bacteroidetes</i>		9,2	0,0	5,7
	<i>Flavobacteria</i>	6,1	0,0	3,8
	<i>Sphingobacteria</i>	3,1	0,0	1,9
<i>Actinobacteria</i>	<i>Actinobacteria</i>	9,2	7,5	8,6
<i>Firmicutes</i>	<i>Bacilli</i>	18,5	25	21,0

En la Tabla 5 se detallan las especies de bacterias Gram negativas aisladas en esta agua, siendo *Pseudomonas fluorescens* la predominante. Esta bacteria, no fermentadora, tiene escasos requerimientos nutricionales y gran diversidad metabólica que le permite utilizar diversas fuentes de carbono, por lo que es capaz de sobrevivir y multiplicarse en ambientes oligotróficos como las aguas mineromedicinales, habiendo sido detectada en otros manantiales hipotermales (5,19,24) y en aguas minerales envasadas (25,28,29).

Además, se han aislado varias cepas de bacilos Gram negativos fermentadores, como *Aeromonas hydrophila*. Esta bacteria tiene su hábitat en el agua dulce y es frecuente encontrarla en aguas minerales (4,5,9,16,19). También se han detectado diversas especies de enterobacterias (*Budvicia aquatica*, *Enterobacter cloacae*, *Serratia ficaria* y *S. liquefaciens*) (Tabla 5). Su presencia no indica contaminación fecal ya que forman parte de la microbiota del agua y del suelo y se han encontrado en otros manantiales mineromedicinales (4,5,9,16).

Los bacilos Gram positivos encontrados pertenecen, principalmente al género *Bacillus* (Tabla 6). Estas bacterias esporuladas, proceden del suelo y se han encontrado en manantiales minerales termales (5, 16, 17). La principal característica de *Cellulomonas* es ser celulolítico pero también hidroliza el almidón y la gelatina por lo que contribuye a la transformación de la materia orgánica. *Rhodococcus* es muy resistente a los ambientes extremos ya que posee ácidos micólicos y también se ha aislado de otros manantiales hipotermales (4, 9, 16, 19, 24). Estas bacterias tienen una gran capacidad metabólica para degradar compuestos xenobióticos, como hidrocarburos, detergentes y pesticidas por lo que son importantes en la depuración de suelos y aguas (30).

Los cocos Gram positivos se encuentran en baja proporción y corresponden al género *Staphylococcus* (Tabla 6). Las cepas aisladas son halófilas facultativas y pueden vivir en concentraciones elevadas de sal. Estas bacterias son muy ubicuas y se han detectado en aguas mineromedicinales (4,9,16,19).

Tabla 5.- Géneros y especies de bacterias heterótrofas y oligotrofas Gram negativas (% cepas).

Bacterias Gram negativas	Manantial N=70	Sondeo N=45
No fermentadoras	51,4	62,2
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	2,8	2,2
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	2,8	-
<i>Alcaligenes faecalis</i>	-	4,4
<i>Brevundimonas vesicularis</i>	1,4	6,7
<i>Cellvibrio mixtus</i>	2,8	2,2
<i>Chryseobacterium indologenes</i>	5,7	-
<i>Desulfovibrio spp</i>	1,4	-
<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	-	4,4
<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	4,3	4,4
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	10,0	13,3
<i>Pseudomonas luteola</i>	2,8	4,4
<i>Pseudomonas oryzihabitans</i>	1,4	2,2
<i>Sphingobacterium multivorum</i>	2,8	-
<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	4,3	6,7
<i>Xanthobacter flavus</i>	1,4	-
No identificadas	7,1	11,1
Fermentadoras	22,9	8,9
<i>Aeromonas hydrophila</i>	7,1	-
<i>Budvicia aquatica</i>	-	6,7
<i>Enterobacter cloacae</i>	2,8	2,2
<i>Serratia ficaria</i>	11,4	-
<i>Serratia liquefaciens</i>	1,4	-

Tabla 6.- Géneros y especies de bacterias heterótrofas y oligotrofas Gram positivas (% cepas).

Bacterias Gram positivas	Manantial N=70	Sondeo N=45
Bacilos	22,9	24,4
<i>Bacillus</i> spp	8,6	13,3
<i>Bacillus firmus</i>	2,8	2,2
<i>Bacillus lentus</i>	1,4	-
<i>Brevibacillus</i> spp	1,4	2,2
<i>Brevibacterium linens</i>	4,3	-
<i>Cellulomonas</i> spp	1,4	2,2
<i>Rhodococcus luteus</i>	-	2,2
<i>Rhodococcus marinonascens</i>	2,8	-
<i>Rhodococcus ruber</i>	-	2,2
Cocos	2,8	4,5
<i>Staphylococcus hominis</i>	2,8	-
<i>Staphylococcus sciuri</i>	-	2,2
<i>Staphylococcus warneri</i>	-	2,2

2.7. Biotapetes

Se han tomado muestras de dos tipos de tapetes microbianos formados en los canales de agua que se encuentran en el jardín del Balneario. Las muestras se tomaron por duplicado con material estéril y se recogieron en envases estériles. Una de ellas se fijó con formol (4%) para conservarla hasta su observación microscópica. La identificación de la microbiota se ha realizado mediante el estudio de su morfología en microscopios de campo claro, campo oscuro, contraste de fases y fluorescencia.

Los biotapetes están constituidos por diversas comunidades microbianas, dependiendo de las condiciones ambientales (luz, temperatura y oxígeno) y de la

composición del agua (pH y concentración de sales). Están formados por asociaciones de microorganismos procariotas y eucariotas, muchos de ellos fotosintéticos y filamentosos (cianobacterias y algas), donde se alojan otros organismos unicelulares productores de exopolímeros que unen los microorganismos, los protegen de los agentes externos y permiten la interacción entre las células. Esta asociación simbiótica tienen muchas ventajas ya que las poblaciones comparten los nutrientes, aportando diferentes enzimas que metabolizan diversos compuestos por lo que pueden vivir en ambientes desfavorables (31).

Se han estudiado dos tipos de biotapetes. Uno de ellos de color verde brillante, con abundante gas y consistencia media compuesto, principalmente, por algas verdes filamentosas (*Oedogonium crispum*, *Ulothrix subtilissima*), conjugadas (*Cosmarium*) y diatomeas (*Fragilaria*, *Navicula*, *Synedra*) y en menor proporción cianobacterias esféricas (*Synechococcus*). (Figura 5).

El otro tapete es de color marrón y aspecto gelatinoso, formado por diatomeas (*Fragilaria*, *Synedra*, *Surirella*) y en menor cantidad algas conjugadas (*Cosmarium*, *Pediastrum*) y cianobacterias filamentosas (*Lyngbya*) y esféricas (*Synechococcus*). (Figura 6).

Las comunidades microbianas que constituyen estos tapetes son semejantes a las encontradas en los que se forman en algunos manantiales hipotermales españoles (9,16,19) y manantiales termales de diferentes partes del mundo (32-34).

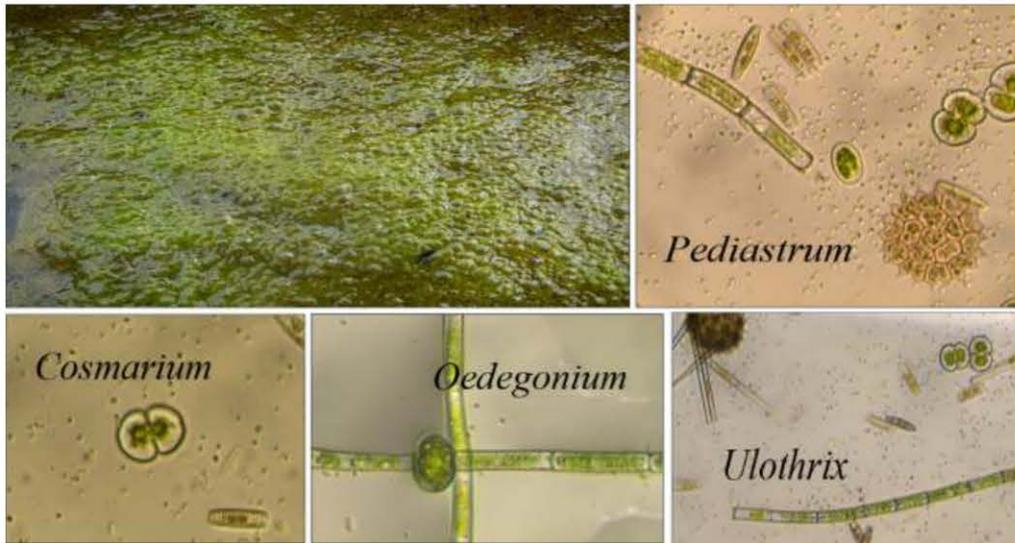


Figura 5.- Biotapete 1.

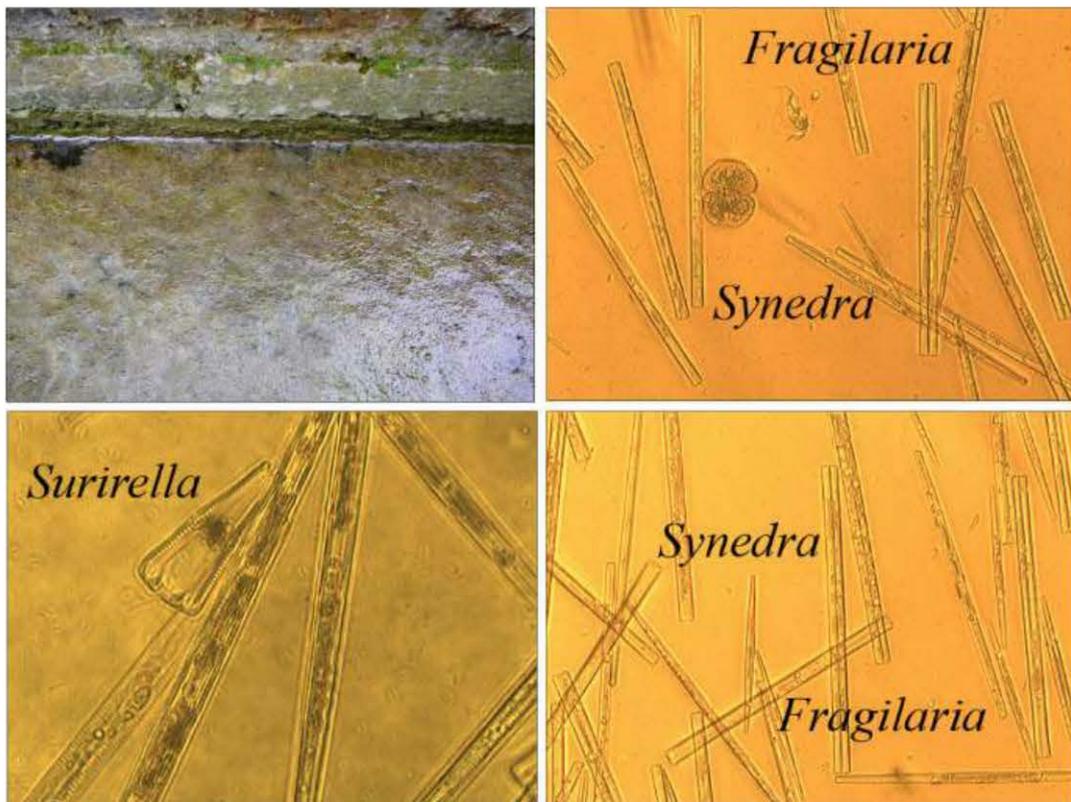


Figura 6.- Biotapete 2.

CONCLUSIONES

En las muestras estudiadas no se han detectado indicadores de contaminación fecal ni microorganismos patógenos por lo que cumplen con la normativa de aguas de consumo humano. La microbiota autóctona está constituida, principalmente, por bacterias oligotróficas, predominando los bacilos Gram negativos de la Clase *Gammaproteobacteria*, lo que es habitual en los manantiales hipotermales. Se han detectado bacterias con actividad proteolítica, amilolítica, celulolítica y amonificante que intervienen en los ciclos biogeoquímicos y contribuyen a la autodepuración de las aguas.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a los propietarios del Balneario, la familia Cortés, todas las atenciones que han tenido con ellas durante su estancia en el establecimiento, así como las facilidades dadas para la toma de muestras. Además queremos agradecer la ayuda en la preparación del material de laboratorio y los medios de cultivo a D^a M^a Elena Argüelles Rojo, técnico de laboratorio

BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de la Gobernación (1926) Real Decreto 8-7-1926. Gaceta de Madrid N^o 191: 226.
2. Maraver, F. & Armijo, F. (2010) Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Ed. Complutense. Madrid.
3. Boulos, L.; Prévost, M.; Barbeau, B.; Coallier, J. & Desjardins, R. (1999) Live/Dead BacLight: application of a new rapid staining method for direct enumeration of viable and total bacteria in drinking water. *J. Microbiol. Method.* 37: 77-86.
4. De la Rosa, M.C.; Andueza, F.; Sánchez, M.C.; Rodríguez, C. & Mosso, M.A. (2004) Microbiología de las aguas mineromedicinales de los Balnearios de Jaraba. *An. R. Acad. Nac. Farm.* 70: 521-542.
5. Mosso, M.A.; Sánchez, M.C.; Pintado, C.; Rodríguez, C. & De la Rosa, M.C. (2008) Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Valdelateja. *An. R. Acad. Nac. Farm.* 74: 505-521.
6. Anónimo (2003) Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero sobre Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. *BOE* 45: 7228-7245.
7. Reasoner, D.J. & Geldreich, E. (1985) A new medium for the enumeration and subculture of bacteria from potable water. *Appl. Environ. Microbiol.* 49: 1-7.
8. Leclerc, H. & Moreau, A. (2002) Microbiological safety of natural mineral water. *FEMS Microbiol. Rev.* 26: 207-222.
9. Mosso, M.A.; Sánchez, M.C.; Rodríguez, C. & De la Rosa, M.C. (2006) Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario Cervantes. *An. R. Acad. Nac. Farm.* 72: 285-304.
10. Oliver, J.D. (2005) The viable nonculturable state in bacteria. *J. Microbiol.* 43: 93-100.

11. Anónimo (1987) Orden de 8 de mayo de 1987. Métodos oficiales de análisis microbiológicos para la elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. BOE 114: 13964-13973.
12. Anónimo (1998) Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th edition. American Public Health Association. Washington.
13. Anónimo (1998) Water quality. Detection and enumeration of Legionella. International Standard ISO 11731.
14. Pochon, J. & Tardieux, P. (1956) Techniques d'analyse en microbiologie du sol. De la Tourelle. St. Mandé (Seine).
15. Rodina, A.G. (1972) Methods in aquatic microbiology. University Park Press. Baltimore.
16. Mosso, M.A. & De la Rosa, M.C. (2011) Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Baños de la Concepción. An. R. Acad. Nac. Farm. 77:57-73.
17. Mosso, M.A.; Sánchez, M.C. & De la Rosa, M.C. (2002) Microbiología del agua mineromedicinal de los Balnearios de Alhama de Granada. An. R. Acad. Nac. Farm. 68:381-405.
18. Anónimo (2001) Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 14th edition. American Public Health Association. Washington.
19. De la Rosa, M. C.; Pintado, C.; Rodríguez, C & Mosso, M.A. (2009) Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Alicún de las Torres. An. R. Acad. Nac. Farm. 75: 763-780.
20. De Hoog, G. S.; Guarro, J.; Gene, J & Figueras, M.J. (2000) Atlas of Clinical Fungi. Second Ed. Vol 1. Central Bureau von Schimmelcultures. Utrecht, Netherland.
21. Stanier, R.; Adelberg, E. & Ingraham, J. (1984) Microbiología. Reverté. Barcelona.

22. Garrity, G.; Brenner, D.; Krieg, N. & Staley, J. (2005) *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Second Ed. Vol. II. The Proteobacteria. Part B and C. Springer. New York.
23. Whitman, W. (2009) *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Second Ed. Vol. III. The Firmicutes. Springer. New York.
24. De la Rosa, M.C.; Sánchez, M.C.; Rodríguez, C. & Mosso, M.A. (2007) *Microbiología del manantial mineromedicinal del Balneario Puente Viesgo*. An. R. Acad. Nac. Farm. 73: 251-265.
25. Loy, A.; Beiser, W. & Meier, H. (2005) Diversity of bacteria growing in natural mineral water after bottling. *Appl. Environ. Microbiol.* 71: 3624-3632.
26. Lee, J. Shin, Y. Yoon, J., Takeuchi, M., Pyum, Y. & Park, Y. (2001) *Sphingomonas aquatilis* sp. Nov., *Sphingomonas koreensis* sp. Nov. and *Sphingomonas taejonensis* sp. Nov., yellow-pigmented bacteria isolated from natural mineral water. *Int. J. Syst Evol. Microbiol.* 51: 1491-1498.
27. Maddula, V.; Pierson, E. & Pierson, L. (2008) Altering the ratio of phenazines in *Pseudomonas chlororaphis* (aureofaciens) strains 30-84: Effects on biofilm formation and pathogen inhibition. *J. Bacteriol.* 190: 2759-2766.
28. Elomari, M.; Coroler, L.; Izard, D. & Leclerc, H. (1995) A numerical taxonomic study of fluorescent *Pseudomonas* strains isolated from natural mineral waters. *J. Appl. Bacteriol.* 78: 71-81.
29. Leclerc, H. & Da Costa. M. (2004) *Microbiology of natural mineral waters*. In: *Technology of Bottled water*. 2^a Ed. Blacwell Publishing. Boston.
30. Williams, S.; Sharpe, M.E. & Holt, J. (1989) *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol 4. Williams. & Wilkins. Baltimore. USA.
31. Zamora, A.; de la Rosa, M.C.; Mosso, M.A.; Guijarro, J.F & Rodriguez, C. (2009) *Biofilmes, escenarios de biodiversidad*. *San. Mil.* 65:246-25
32. McGregor, G.B. & Rasmussen, J.P. (2008) Cyanobacterial composition of microbial mats from an Australian thermal spring: a poliphasic evaluation. *FEMS Microbiol. Ecol.* 63: 23-35.

33. Boomer S.M.; Noll, K.L.; Geesey, G.G. & Dutton, B.E. (2009) Formation of multilayered photosynthetic biofilms in an alkaline thermal spring in Yellowstone National Park, Wyoming. *Appl. Environ. Microbiol.* 75: 2464-2475.
34. Becraft, E.; Cohan, F.; Khul, M.; Jensen, S. & Ward, D. (2011) Fine-scale distribution patterns of *Synechococcus* ecological diversity in microbial mats of Mushroom spring, Yellowstone National Park. *Appl. Environ. Microbiol.* 77: 7689-7697.

ESTUDIO V

Vegetación del entorno botánico del Balneario

- Miguel Ladero Álvarez^{1*}, Ángel Amor Morales¹, Miguel Ángel Luengo Ugidos², José Luís Pérez Chiscano⁴, M^a Teresa Santos Bobillo³, Elena Gil Pacheco³, Francisco J. González¹, Ignacio Ladero Santos¹

¹Departamento de Botánica, Facultad de Farmacia, Universidad de Salamanca. ²Departamento de Geografía, Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Salamanca. ³Herbario de la Universidad de Salamanca. ⁴Naturalista de Villanueva de la Serena (Badajoz), España. m.ladero@academiadefarmaciacastillayleon.es

RESUMEN

Se estudia la vegetación del entorno del balneario de El Raposo, en función de factores florísticos, bioclimáticos, biogeográficos y edáficos. Ello nos permite identificar y delimitar las comunidades vegetales climax y sus etapas seriales más representativas. En la ordenación del trabajo, seguimos la sistemática de las series de vegetación, comenzando con las cabezas de serie *climatófilas*, *edafóhigrófilas* y *edafoxerófilas*. Con el fin de facilitar la comprensión de la descripción de las distintas comunidades vegetales estudiadas en el texto y de las plantas medicinales más representativas, presentamos una serie de fotografías en color tanto de los distintos biotopos, como de las plantas medicinales silvestres encontradas en el territorio. En este estudio intentamos poner de manifiesto el alto valor ecológico y paisajístico que atesora, junto a una serie de particularidades únicas en este balneario.



1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El Balneario de Raposo está situado en el término municipal de Puebla de Sancho Pérez (Figura 1). Se encuentra rodeado por terrenos agrícolas, donde alternan vides, olivos y cultivos cerealistas de secano. Ante estas circunstancias, hemos ampliado el área de estudio a los territorios vecinos, donde se encuentran elevaciones montañosas que mantienen la vegetación natural en un buen estado de conservación. Por tal motivo, hemos recorrido total o parcialmente, dentro de la Tierra de Barros, los términos municipales de Alconera, La Lapa, Medina de las Torres, Puebla de Sancho Pérez, Los Santos de Maimona, Usagre, Zafra y Bienvenida. De forma puntual, también hemos visitado las sierras de María Andrés y Monsaluz, en los términos de La Parra y Salvaleón.



Figura 1.- Área de estudio.

La Puebla de Sancho Pérez forma parte de la comarca clásica de Tierra de Barros, aunque en la nueva comarcalización se incluye en la de Zafra-Río Bodión. Hemos acotado

la zona en función de las elevaciones montañosas. Los límites norte y este los marcan las Sierras de Los Santos -Castillo de Maimona (646 m) y Montuoso (655 m) y Los Olivos-; el límite occidental lo delimita Sierra Alconera-Pico (725 m) y Fuente de Los Caños (755 m), y en el sureste hemos visitado la Sierra de Bienvenida, pico de Bienvenida (792 m)- que se prolonga en la Sierra Capitana. Entre Zafra y Alconera se levanta una alineación montañosa en orientación NO-SE, formada por la Sierra del Castellar -Pico de Castellar (647 m), Pedro Toro (541 m) y Cerro de los Castillejos (603 m), frente al pueblo de La Lapa.

2. RESEÑA GEOLÓGICA

Los territorios son fundamentalmente calcáreos, ocupando los sedimentos miocenos la mayor parte del área estudiada. En las sierras de Los Santos, Olivos, Alconera y Bienvenida se encuentran distintos tipos de calizas cámbricas.

La alineación de la Sierra del Castellar, Pedro Toro y Cerro de los Castillejos, lo forman pizarras cámbricas, coronada en la del Castellar por crestones cuarcíticos.

En las zonas llanas, donde se asientan los núcleos urbanos de Zafra, Puebla de Sancho Pérez y Medina de Las Torres, predominan las rocas cámbricas formadas por pizarras, calizas y areniscas. En contacto con la sierra de los Santos, a la altura del Puerto de la Plata, aparece una banda de sedimentos calizos devónicos.

El entorno del Balneario está rodeado por los sedimentos terciarios pliocenos formados por costras calcáreas y fangos con cantos y, a lo largo de los arroyos del Raposo y Matasanos, se presentan los suelos fluviales, formados por cantos, arenas, limos y arcillas de alteración de las pizarras. Son sedimentos poco evolucionados.





Foto 1.- Calizas cámbricas de la sierra de Alconera.

RESEÑAS BIOGEOGRÁFICA Y BIOCLIMÁTICA

Biogeografía, como señala Rivas-Martínez & al (2007:33) “*Es la disciplina que estudia la distribución, las causas y las vías de migración de los seres vivos y sus comunidades en la Tierra, tanto en ambientes terrestres como marinos*”. La Biogeografía vegetal se basa principalmente en la corología vegetal, donde se estudia la distribución de las especies y las comunidades sobre la Tierra.

En cuanto a los datos biogeográficos, siguiendo a Rivas-Martínez (2007:43), el territorio objeto de este trabajo se encuentra ubicado en la Subprovincia corológica Luso-Extremadurensis, Sector Mariánico-Monchiquense, Subsector Araceno-Pacense, Distritos Terrabarrensense y Llerensense. El Distrito Llerensense comprende: la llanura calcárea de

Llerena, Alanís, Usagre y Zafra, y el Distrito Terrabarrense reúne los territorios de Almendralejo, Solana de Barros y Villafranca de los Barros.

En función de los datos termopluviométricos aportados por Rivas-Martínez (2007: 227), de las estaciones de Zafra (P: 439 mm, Tm: 16°) y Usagre (504 mm, Tm: 23'5°), se trata de un territorio de bioclima Mediterráneo Pluviestacional Oceánico, con termotipo Mesomediterráneo inferior y ombrotipo Seco inferior.

3. SERIES DE VEGETACIÓN

Entendemos como Serie de Vegetación, siguiendo a Rivas-Martínez & al. (2007), “*la unidad básica de la Fitosociología dinámica*”. Trataremos mediante esta unidad el conjunto de comunidades vegetales o estadios que pueden hallarse en unos espacios teselares afines, como resultado de un proceso de la sucesión, tanto de la asociación representativa de la etapa clímax o cabeza de serie, como de la vegetación correspondiente a las asociaciones iniciales o subseriales que puedan reemplazarlas. Comentaremos las distintas comunidades clímax, bajo el apartado de vegetación climatófila, y edafohigrófila. Completaremos el comentario, hablando sobre las comunidades ajenas a la dinámica vegetal y a las que, siguiendo a Salazar & al. 2005, *in* F. Valle (2004-05), denomina comunidades exoseriales, y que en este trabajo corresponden a la vegetación rupícola.

3.1. Vegetación Climatófila

La vegetación clímax de la zona de estudio, se encuentra diferenciada en función de los sustratos, ya sean calcáreos o silíceos, y de su orientación.

3.1.1. Serie Climatófila y Edafoxerófila Luso-Extremadurensis calcícola dolomítica y ultramáfica mediterránea pluviestacional oceánica termo-mesomediterránea seco-subhúmeda de los bosques de (Quercus rotundifolia y Rhamnus laderoi), Rhamno laderoi-Quercetum rotundifoliae sigmetum)

3.1.1.A. Encinar

Sobre los sedimentos básicos, la vegetación potencial corresponde a un encinar con acebuches y espinos prietos. Se trata de una comunidad endémica de la subprovincia corológica Luso-Extremadurensis. En cuanto al perfil bioclimático, se presenta en los pisos mesomediterráneo inferior y termo superior, de ombroclima seco-subhúmedo. La serie *Rhamno laderoi-Quercetum rotundifoliae sigmetum* se comporta como vicariante de de las series béticas *Rhamno oleoidis-Quercetum rotundifoliae sigmetum* en el piso termomediterráneo y de la *Paeonio coriaceae-Quercetum rotundifoliae sigmetum* en el mesomediterráneo, como señala Rivas-Martínez (2011:463). En el occidente ibérico correspondiente a las calizas portuguesas, nuestra serie es sustituida por *Lonicero implexae-Quercetum rotundifoliae sigmetum*, de carácter más mesofítico por su ombroclima húmedo, como lo demuestra la presencia de plantas tales como: *Quercus x aircensis*, *Quercus faginea* subsp. *broteroi*, *Scilla monophyllos*, y *Erica arborea*.

La comunidad *Rhamno laderoi-Quercetum rotundifoliae* (Foto 2) presenta en la zona de estudio un conjunto de especies características como son *Arbutus unedo*, *Lonicera implexa*, *Paeonia broteroi*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia*, *Rhamnus laderoi*, *Quercus coccifera*, *Quercus rotundifolia*, *Rubia longifolia*, *Viburnum tinus*, *Asparagus albus*, *Olea europaea*. Se encuentra muy bien conservada en las Sierras: Alconera, María Andrés, Monsaluz y Sierra de Alor. En la Sierra de Bienvenida, como consecuencia de las repoblaciones con eucaliptos y pinos, se ha impedido el desarrollo del encinar. Consideramos que la asociación *Rhamno laderoi-Quercetum rotundifoliae*, en cuanto al suelo, se trata de un cambisol crómico con abundante materia orgánica poco transformada.

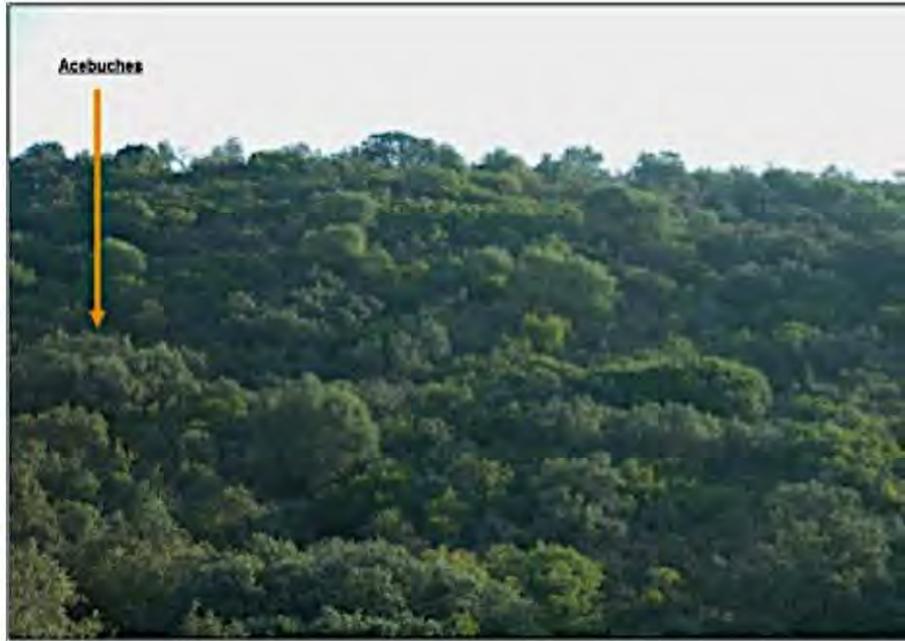


Foto 2.- Encinar basófilo de *Rhamno laderoi-Quercetum rotundifoliae* en la Sierra de María Andrés, La Parra.

Como ejemplo, presentamos:

Encinar basófilo luso–extremadurensis: de *Rhamno laderoi-Quercetum rotundifoliae* (*Querceto rotundifoliae-Oleion sylvestris*, *Quercetalia ilicis*). Altitud (1=10) 60 m, Exposición: N, 15%, Área: 100 m², Cobertura: 90%. Característica de asociación y unidades superiores: 4 *Quercus rotundifoliae*, 3 *Quercus coccifera*, 2 *Daphne gnidium*, 2 *Rubia peregrina*, 2 *Rhamnus licyvides laderoi subsp.*, 2 *Pistacia terebinthus*, 1 *Arisarum simorrhinum*, 1 *Rhamnus alaternus*, 1 *Jasminum fruticans*, + *Olea europaea*, + *Crataegus monogyna*, 1 *Paeonia broteroi*, 1 *Lonicera implexa*, 1 *Arum italicum*, 1 *Clinopodium vulgare*. Compañeras: 1 *Delphinium pentagynum*, 1 *Melica minuta*, 1 *Thapsia villosa*, + *Eleoselinum foetidum* Localidad: Badajoz: La Parra, Sierra de María Andrés, 29SQC0965.

3.1.1.B. Coscojar

En cuanto a la etapa preclimática, en las Sierras de Los Santos, Los Olivos María Andrés, Monsaluz, Alconera y Bienvenida hemos observado un coscojar, en el que a la coscoja acompañan el espárrago blanco (*Asparagus albus*) y el espino prieto (*Rhamnus lycivides subsp. laderoi*), junto con lentiscos, cornicabras y coronillas (Foto 3). Esta comunidad está definida por la asociación *Asparago albi-Quercetum cociferae*. En la Sierra Bienvenida, situada en el límite suroriental del área estudiada, el coscojar se encuentra enriquecido en elementos de distribución bética tales como: *Colutea hispanica* (espantalobos) y *Ononis speciosa* (rascaviejas) en el estrato arbustivo, junto con *Hippocrepis rupestris* e *Iberis ciliata* subsp. *contracta* en el herbáceo. Se trata de un coscojar de distribución mariánico-monchiquense, desarrollado sobre calizas cámbricas duras, en los pisos bioclimáticos mesomediterráneo inferior y termomediterráneo superior de ombroclima seco-subhúmedo. Esta comunidad es vicariante del coscojar basófilo mesomediterráneo de ombroclima húmedo del distrito extremeño portugués, correspondiente a la asociación *Melico arrectae-Quercetum cocciferae*.



Foto 3.- Coscojar de *Asparago albi-Quercetum cocciferae* en la Sierra de Los Santos (Santos de Maimona).

Como ejemplo, presentamos:

Coscojar basófilo de *Asparago albi-Quercetum cocciferae* (*Asparago albi- Rhamnion oleoidis*, *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni*, *Quercetea ilicis*). Altitud (1=10) 73 m. Área: 100 m². SW. Cobertura: 90%. Número de especies por inventario: 33. Característica de asociación y unidades superiores: 4 *Quercus coccifera*, 2 *Quercus rotundifolia*, 2 *Pistacia lentiscus*, 2 *Olea europaea* var. *sylvestris*. 1 *Asparagus albus*, 1 *Asparagus acutifolius*, 1 *Lonicera implexa*, 1 *Rhamnus lycivides laderoi* subsp., 1 *Jasminum fruticans*, 2 *Colutea hispanica*, 2 *Ononis speciosa*, 1 *Pistacia terebinthus*, 1 *Arbutus unedo*, 2 *Phillyrea angustifolia*, 1 *Teucrium fruticans*, 2 *Coronilla glauca*, 1 *Coronilla juncea*, 1 *Daphne gnidium*, 1 *Origanum virens*, + *Rosa canina*. Compañeras: 1 *Phlomis pupurea*, 1 *Cistus albidus*, 1 *Rosmarinus officinalis*, 1 *Satureja graeca*, 1 *Staehelina dubia*, 1 *Hippocrepis rupestris*, 1 *Antirrhinum graniticum* subsp. *onubensis*, 1 *Cistus monspeliensis*, 1 *Dorycnium pentaphyllum*, 1 *Teucrium capitatum*, 1 *Cistus salvifolius*, + *Magydaris panacifolia*, + *Hippocrepis rupestris*. Localidad: Bienvenida, Sierra Capitana, 29SQC 4839.

3.1.1.C. Matorral

El matorral serial de los encinares y coscojares sobre calizas duras está representado por los jarales blancos de distribución algárvica y araceno-pacense. Los suelos sobre los que se desarrollan son luvisoles crómicos o “*terra rossa*” descarbonatados. Presentan como especies directrices *Phlomis purpurea*, *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis* etc., que definen a la asociación *Phlomido purpureae-Cistetum albidi* (Foto 4).

Esta comunidad, como señala Rivas-Martinez & al. (1990: 76), se considera vicariante meridional de la *Lavandulo sampaianae-Cistetum albidi* M. T. Santos in M. T. Santos & Ladero (1989), que se desarrolla sobre el mismo tipo de suelo procedente, tanto de calizas cámbricas como devónicas, en el sector toletano-tagano de la subprovincia Luso-Extremadurensis. En la Sierra de Bienvenida o Capitana hemos observado, también en estos jarales, la presencia de plantas de gran valor corológico como: *Ononis speciosa* (rascaviejas), *Halimium atriplicifolium* (jaguarzo blanco) y *Coronilla glauca* (gayomba).





Foto 4.- Jaral blanco de *Phlomido purpureae-Cistetum albidi* en la Sierra de Bienvenida.

Como ejemplo, presentamos:

Jaral blanco con matagallos y estepa negra de *Phlomido purpureae-Cistetum albidi* (*Ulici argentei-Cistion ladaneferi*, *Lavanduletalia stoechidis*, *Cisto-Lavanduletea*). Altitud: (1=10) 70 m. Área: 50 m². SW. Cobertura: 80 %. Número de especies por inventario: 18. Características de asociación y unidades superiores: 3 *Cistus albidus*, 2 *Phlomis purpurea*, 2 *Cistus monspeliensis*, 2 *Rosmarinus officinalis*, 1 *Ononis speciosa*, 1 *Halimium atriplicifolium*, 1 *Coronilla glauca*, 1 *Coronilla juncea*, 1 *Cistus salviifolius*, 1 *Dorycnium pentaphyllum*, 1 *Iberis ciliata* subsp. *contracta*, 1 *Steahelina dubia*, + *Picris comosa* subsp. *comosa*, 1 *Teucrium capitatum*, 1 *Thymus mastichina*. Compañeras: 1 *Helichrysum stoechas*, 1 *Pimpinella villosa*, + *Euphorbia serrata*. Localidad: Bienvenida, Sierra Capitana, 29SQC4839.

3.1.1.D. Tomillar

En los claros del jaral blanco y en los suelos pedregosos desprovistos de vegetación arbustiva se instala, en la Tierra de Barros y sierras colindantes sobre suelos básicos, un tomillar endémico, como señala Rivas Goday (1964:458), definido por la asociación *Helianthemo hirti-Saturejetum micranthae* (Fotos 5 y 6). Se trata de una comunidad pobre en especies características, pero de un alto valor diferencial frente al mismo tipo de formaciones de la provincia corológica Bética. Destaca por su constancia la ajedrea de monte (*Micromeria graeca* subsp. *graeca*), además de la tamarilla (*Helianthemum hirtum*), a la que Rivas Goday (*l. c.*) designó como var. *bethurica*, el tomillo morisco (*Fumana thymifolia*), el tomillo fino (*Thymus zygis* subsp. *sylvestris*), que Rivas Goday (*l. c.*) asimiló a *Thymus hirtus* subsp. *erianthus*;; en la actualidad este taxon, según R. Morales en Flora Ibérica (2010:382), corresponde a *Thymus baeticus* Boiss.

Comentario especial, dentro de esta comunidad, merecen el tomillo andaluz (*Thymbra capitata*) y el rabo de gato (*Sideritis montserratiana*). En cuanto al primero, su presencia en el subsector araceno-pacense, está muy localizado y las poblaciones presentan un reducido número de individuos. En la actualidad, con esta planta se están repoblando los taludes terrosos de la autovía de la Plata, como hemos comprobado en el término de Villafranca de los Barros. Consideramos que estas repoblaciones desvirtúan la distribución de las especies con escasa representación. También forma parte de esta comunidad *Sideritis montserratiana*, taxon ligado a las calizas paleozoicas de la provincia Luso-Extremadurensis y comentada por Rivas Goday (*l. c.*: 740) del calerizo de Cáceres, bajo el nombre de *Sideritis hirsuta* L. var. *hirtula* (Brot.) Briq.



Fotos 5 y 6.- Especies del tomillar basófilo de *Helianthemo hirti-Saturejetum micranthae*.

Como ejemplo, presentamos:

Tomillar con ajedrea de monte de *Helianthemo hirti-Saturejetum micranthae* (*Saturejo-Coridothymenion*, *Eryngio-Ulicion erinacei*, *Rosmarinetaalia officinalis*, *Rosmarinetea officinalis*). Altitud: (1=10) 67 m, Área: 50 m². SW. Cobertura: 70%. Número de especies por inventario: 20. Características de asociación y unidades superiores: 2 *Micromeria graeca* subsp. *graeca*, 2 *Thymus zygis* subsp. *sylvestris*, 2 *Helianthemum hirtum*, 1 *Fumana thymifolia*, 2 *Teucrium capitatum*, 1 *Sideritis montserratiana*, 2 *Thymus mastichina*, 1 *Cistus albidus*, 1 *Phlomis purpurea*, 1 *Urginea maritima*. Compañeras: 1 *Ruta montana*, 1 *Thapsia villosa*, 1 *Origanum virens*, 1 *Pimpinella villosa*, 1 *Ajuga iva*, 1 *Helichrysum stoechas*, 1 *Ononis natrix*, 1 *Euphorbia serrata*, + *Lavandula pedunculata*, + *Atractylis gummifera*. Localidad: Bienvenida, Sierra Capitana, finca de la Solana, 29SQC4839.

3.1.1.E. Pastizal terofítico

Alternando con los tomillares basófilos en la comarca de Tierra de Barros, se presentan pastizales anuales fugaces, con escaso grado de cobertura, definidos por la asociación *Velezio rigidae-Astericetum aquaticae*. Es una comunidad que, aunque haya sido eliminada la vegetación arbustiva, nos permite detectar las intercalaciones calcáreas. Son especies de carácter en esta comunidad entre otras las siguientes: Bubas u ojo de buey (*Astericus aquaticus*), clavelillo seco (*Velezia rigida*), farolito o cardillo enrejado (*Atractylis cancellata*), cliónia o cuatro hermanas portuguesas (*Cleonia lusitanica*), así llamada por las cuatro caras de su inflorescencia, los farolillos *Lomelosia simplex* (*Scabiosa stellata* subsp. *simplex*), y la lengua de oveja (*Scorpiurus subvillosus*) (Fotos 7 y 8).



Fotos 7 y 8.- Especies del pastizal basófilo de *Velezio rigidae-Astericetum*.

Estos pastizales con escaso valor trofológico, los hemos encontrado en todo el territorio, tanto en los llanos como en las sierras de los Santos, Los Olivos, María Andrés y Capitana. En el Puerto de La Plata, este pastizal, como consecuencia del pastoreo, ha sido invadido por especies nitrófilas, entre las destaca por su toxicidad el cardo ajonjero o camaleón blanco (*Carlina gummifera*) (Foto 9).



Foto 9.- Cardo ajonjero o camaleón blanco (*Carlina gummifera*).

Como ejemplo, presentamos:

Pastizal terofítico basófilo de *Velezio rigidae-Astericetum aquaticae*. (*Trachynion distachyae*, *Tracynetalia distachyae*, *Helianthemetea guttati*): Altitud (1=10) 62 m, Área: 10m². S. Cobertura: 60 %. Número de especies por inventario: 17. Características de asociación y unidades superiores: 2 *Velezia rigida*, 3 *Astericus aquaticus*, 1 *Cleonia lusitanica*, 2 *Brachypodium distachyum*, 2 *Bombycilaena erecta*, 1 *Lomelosia simplex*, 2 *Helianthemum ledifolium*, 2 *Helianthemum salicifolium*, 2 *Scorpirus subvillosus*, 2 *Trifolium scabrum*, 2 *Campanula erinus* + *Ononis ornithopodioides*, 2 *Linum strictum*, + *Paronychia capitata*, 2 *Neatostema apulum*. Compañeras: + *Calendula arvensis*, + *Sanguisorba minor*. Localidad: Los Santos de Maimona, Sierra de los Olivos 29SQC2659.

Al comentar los pastizales terofíticos sobre suelos calcáreos, hemos de reseñar la comunidad pionera que coloniza los rellanos de los roquedos sobre suelos esqueléticos, se trata de una formación con escaso grado de cobertura y donde las especies que la integran son de corta talla, no superando en general los 10 cm de altura. La asociación *Saxifrago*

tridactylitae-Hornungietum petraeae tiene una distribución ibero levantina, ampliando su área hasta las intercalaciones de calizas cámbricas de la subprovincia luso-extremadurensis. Son especies representativas en el territorio: *Saxifraga tridactylites* (sasifragia pequeña roja) y *Hornungia petraea* (mastuerzo de peñas).

Como ejemplo, presentamos:

Pastizal pionero de mastuerzo de peñas *Saxifraga tridactylitae-Hornungietum petraeae*. (*Trachynion distachyae*, *Tracynetalia distachyae*, *Helianthemetea guttati*). Altitud: (1=10) 62 m. Área: 2 m². Cobertura: 40%. 2 *Hornungia petraea*, 1 *Saxifraga tridactylites*, 1 *Sedum mucizonia*, + *Galium verrucosum*, + *Torilis leptophylla*, + *Mecurialis annua* subsp. *ambigua*. Localidad: La Parra, Sierra del Pico (María Andrés). 29SQC9664. Rellano de roquedos calizos.

3.1.1.F. Majadal

Cuando los pastizales anuales son sometidos a un pastoreo ordenado con ganado lanar durante largos periodos de tiempo, se origina una comunidad rica en leguminosas en las que son abundantes mielgas, carretones, lenguas de oveja y astrágalos. El resultado es el establecimiento de lo que conocemos como majadales. Estas formaciones vegetales son una disclímax, creada por la acción de los animales y dirigida por el hombre. En España fue la ganadería trashumante administrada por la Mesta, la que originó y mantuvo este tipo de pastizales durante siglos, al ser estos la base de su alimentación durante la invernada, desde el otoño a la primavera, e incluso hasta comienzos de verano en las depresiones y zonas altas. Este tipo de comunidades tiene una distribución mediterránea, repartiéndose desde la Península Ibérica y norte de África hasta el Cáucaso.

Existen factores ecológicos y antrópicos que regulan su establecimiento. En cuanto a los primeros, destacan los periodos de lluvias equinocciales, alternando con los secos solsticiales, a los que podemos añadir la latitud, las variaciones térmicas, dureza del suelo y grado de nitrofilia. Desde el punto de vista bioclimático, el óptimo se encuentra en el piso mesomediterráneo de ombroclima seco-subhúmedo, llegando al termomediterráneo

superior seco-subhúmedo y al supramediterráneo de los mismos caracteres ómbricos. En cuanto a los valores antrópicos, juega un papel importantísimo el ganado utilizado, el tipo de aprovechamiento por pastoreo y el redileo.

Al ser la Tierra de Barros suelos de gran fertilidad, este tipo de comunidades ocupan pequeñas áreas en las sierras comentadas.

Como ejemplo, presentamos:

Majadal basófilo *Poo bulbosae-Astragaletum sesamei* (*Poo bulbosae-Astragalion sesamei*, *Poetalia bulbosae*, *Poetea bulbosae*). Altitud: (1=10) 35 m. Área: 50 m². SW. Cobertura: 90%. Número de especies por inventario: 21. Características de asociación y unidades superiores: 3 *Poa bulbosa*, 3 *Astragalus sesameus*, 3 *Astragalus echinatus*, 3 *Scorpiurus subvillosus*, 2 *Medicago minima*, 3 *Trifolium tomentosum*, 2 *Ononis biflora*, 2 *Ononis reclinata* subsp. *mollis*, 1 *Hippocrepis ciliata*, 1 *Astragalus hamosus*, 1 *Coronilla scorpioides*, 1 *Tripodion tetraphyllum*. Compañeras: 1 *Urospermum picroides*, 1 *Silybum marianum*, 1 *Picnomon acarna*, 1 *Silene colorata*, 1 *Neatostema apulum*, + *Carthamus lanatus*, + *Carduus bourgeanus*, + *Reseda phyteuma*, + *Euphorbia serrata*, + *Malva nicaensis*. Localidad: Almendralejo, Palacio Quemado, 29SQC3586.

3.1.3.G. Vegetación nitrófila

Tobarales

Los cultivos de secano, que cubren la penillanura de Tierra de Barros, nos permiten poder identificar una vegetación ligada a las labores agrícolas; en unas ocasiones, colonizan barbechos y sembrados y, en otras, se desarrollan en cunetas, ribazos y terraplenes de caminos y carreteras. Estas comunidades están ligadas a la nitrofilia que aporta el hombre. Son, por tanto, comunidades nitrófilas que, en unos casos, las conocemos como malas hierbas de campos de cultivo y, en otros, son conocidas como tobarales, carduales o cardales viarios (Foto 10).



Foto 10.- Tobaral de *Notobasio syriacae-Scolymetum maculati*.

Por su espectacularidad y tamaño, destacan a lo largo de los caminos sobre suelos básicos, una comunidad de plantas anuales, bianuales o vivaces en su mayoría espinescentes; algunas llegan a los 2,50 m, como sucede con la viborera gigante (*Echium boissiri* o *E. pomponium* Boiss.) y el alcaucil (*Cynara cardunculus*). En cuanto a su fisonomía, son cardales formados por plantas herbáceas de gran porte como: *Cynara cardunculus*,

Notobasis syriaca, *Echium boissieri*, *Scolymus maculatus*, *Echinops strigosus*, *Daucus maximus*, *Ridolfia segetum*, *Foeniculum vulgare subsp. piperitum*, *Cachrys simula*, etc. Esta formación vegetal corresponde a la asociación *Notobasio syriacae-Scolymetum maculati*. Es una de las comunidades vegetales que mejor caracterizan a Tierra de Barros (Fotos 11 y 12).

Al consultar la obra de Rivas Goday (1964) sobre “Vegetación y Flórula de la cuenca extremeña del Guadiana” (auténtico breviario para quien quiera conocer la vegetación de Extremadura, y sobre todo, la autoecología de las especies que en ella se desarrollan),



Fotos 11 y 12.- Especies del tobaral: *Scolymus maculatus* y *Notobasis. syriaca*.

hemos comprobado cómo en el momento actual del conocimiento, la asociación *Notobasio syriacae-Scolymetum maculati* actual, reúne tanto a la *Silybo marini-Onopordetum arabici* subasociación con *Cynara cardunculus-Ecbalium* como *Galactito tomentosae-Kentrophylltetum lanatae* subasociación con *Echinops strigosus*, descritas por Rivas Goday (*l. c.*: 156 y 400) de Tierra de Barros.

Entre las plantas que forman parte de esta comunidad, hemos de destacar la importancia del alcaucil o cardo lechero (*Cynara cardunculus*), donde las pencas tiernas, conocidas como cardo, se consumen en la elaboración de platos de cocina, en tanto que las flores desecadas son utilizadas para cuajar la leche, obteniendo las célebres tortas del Casar y de Castuera (Foto 13).



Foto 13.- Alcaucil o cardo lechero (*Cynara cardunculus*).

Como ejemplo, presentamos:

Tobaral basófilo: *Notobasio syriacae-Scolymetum maculati* (*Onopordion castellani*, *Carthametalia lanati*, *Artemisietea vulgaris*): Altitud: (1=10): 54 m. Área: 100 m². Cobertura: 70%. Número de especies por inventario: 30. Características de asociación y unidades superiores: 3 *Onopordum nervosum*, 1 *Notobasis syriaca*, 2 *Cynara cardunculus*, 2 *Echium boissieri*, 3 *Scolymus maculatus*, 1 *Silybum marianum*, 2 *Daucus maximus*, 2 *Cichorium intybus*, 1 *Verbascum pulverulentum*, 1 *Picris echioides*, 1 *Centaurea calcitrapa*, 1 *Centaurea aspera*, 1 *Marrubium vulgare*, 1 *Salvia argentea*, 1 *Verbascum sinuatum*, 1 *Carthamus lanatus*, + *Scolymus hispanicus*, 1

Foeniculum vulgare subsp. *piperitum*, + *Scabiosa atropurpurea*, 1 *Reseda lutea*. Compañeras: 3 *Ridolfia segetum*, 2 *Ammi visnaga*, 1 *Lavatera cretica*, 2 *Nepeta tuberosa*, 1 *Centaurea melitensis*, + *Ononis mitissima*, 1 *Anacyclus clavatus*, 1 *Echium plantagineum*, + *Kickxia lanigera*, + *Anchusa azurea*. Localidad: Puebla de Sancho Pérez, Balneario del Raposo, 29SQC3251.

Comunidades mesegueras

Las comunidades de malas hierbas, que infectan los cultivos cerealistas, están constituidas por plantas anuales (terófitos). Son comunidades bastante homogéneas, ya que la mayor parte de las especies directrices llegan al suelo con las simientes del cereal. Presentan fenología primaveral y la maduración de sus semillas se produce antes de la siega. Hemos estudiado este tipo de formaciones en el entorno del Balneario del Raposo. Las comunidades arvenses que crecen en los sembrados de la Tierra de Barros, sobre suelos arcillosos calizos, han sido descritas por Rivas Goday (*l. c.*: 124 y siguientes) como *Linario hirtae-Galietum tricornuti* y *Valerianello discoideae-Bupleuretum lancifolii*, a ambas las podemos considerar endémicas de los suelos arcilloso calizos y vicariantes meridionales de la asociación basófila *Roemerio-Hypecoetum penduli*, ampliamente extendida en las intercalaciones calcáreas del sector toletano-tagano. Al comprobar su distribución dentro del subsector araceno-pacense, existe una superposición de áreas, lo cual puede ser debido al grado de nitrofilia de los suelos como consecuencia del abonado. En la penillanura calcárea del distrito Llerenense y más concretamente en el entorno del Balneario del Raposo, la comunidad *Linario hirtae-Galietum tricornuti*, se enriquece en elementos béticos, como: *Ridolfia segetum* (eneldo silvestre), *Nigella papillosa* subsp. *papillosa* (neguilla de España), *Bupleurum lancifolium* (coleta), *Kruberia peregrina* (piojo de puerco), *Ammi visnaga* (visnaga), etc., lo cual nos puede indicar un mayor grado de nitrificación y, a la vez, nos sirve como nexo de unión entre estas comunidades y la vegetación arvense bética y gaditano-onubo-algarviense, incluida en la alianza *Ridolfion segeti* (Foto 14).

Entre la especies a destacar en el territorio, señalamos *Agrostemma githago*, (neguillón), *Cephalaria syriaca* (abrepuños), *Vaccaria hispanica* (callejón) y *Anchusa azurea* (lengua de vaca). Junto a estas especies indiferentes edáficas y de gran área, encontramos en los suelos arcillosos calizos de Tierra de Barros plantas tales como: *Linaria hirta* (conejiillos), *Galium tricornutum* (amor del hortelano), *Glaucium corniculatum* (hierba lagartera), *Nigella damascena* (arañuela), *Coronilla scorpioides* (alacranera común), *Silene rubella* subsp. *rubella*, *Fumaria agraria* (cenizuela), que son las que caracterizan en el sector mariánico-



Foto 14.- Comunidad meseguera en facies de *Ridolfia segetum* (Eneldo silvestre).

monchiquense la asociación *Linario hirtae-Galietum tricornuti*.

Como ejemplo, presentamos el inventario n° 6, de la tabla n° 6 (*l. c.*: 126), levantado por Rivas Godoy, en el término municipal de Los Santos de Maimona.

Comunidad arvense sobre suelos arcillo calizos: *Linario hirtae-Galietum tricornuti* (Roemerion hybridae, *Centauretalia cyani*, *Stellarietea mediae*): Altitud: 560 m. Área: 100 m². Número de especies por inventario: 31. Características de asociación y unidades superiores: 2. *Linaria hirta*, 1 *Galium tricornutum*, 2 *Adonis annua*, 1 *Thlaspi perfoliatum*, + *Legousia hybrida*, 2 *Silene rubella*, + *Valerianella discoidea*, 2 *Glaucium corniculatum*, + *Vaccaria hispanica*, 1 *Adonis aestivalis* subsp. *squarrosa*, + *Orlaya daucoides*, + *Ajuga chamaepitys*, 2 *Nigella damascena*, 1 *Coronilla scorpioides*, 1 *Ranunculus arvensis*, + *Hypocoum imberbe*, 1 *Buglossoides arvensis*, + *Asperula arvensis*, 1 *Lolium temulentum*, + *Papaver rhoeas*, 1 *Fumaria densiflora*, 1 *Fumaria parviflora*, + *Rapistrum rugosum*, + *Lathyrus clymenum*. Compañeras: 1 *Scandix pectens veneris*, 1 *Euphorbia serrata*, 1 *Fumaria officinalis*, 1 *Nonea nigricans*, 1 *Silene vulgaris*, + *Campanula erinus*, + *Filago pyramidata*. Localidad: Los Santos de Maimona, 29SQC3056.

En cuanto a las comunidades de malas hierbas de campos de cultivo sobre los suelos silíceos de la comarca de Tierra de Barros, estas carecen de la endemidad de las que se desarrollan sobre los suelos arcilloso-calizos. En este momento, los cultivos cerealistas sobre sustratos ácidos son escasos por su poca productividad. Por tal motivo, no hemos podido inventariar ninguna de las comunidades de este tipo de sustratos.

3.1.2. Serie mesomediterránea luso-extremadurensis silicícola mediterránea pluviestacional oceánica mesomediterránea seco-subhúmeda de los bosques de (*Quercus rotundifolia* y *Pyrus bourgaeana*). *Pyro bourgaeanae-Quercetum rotundifoliae sigmetum*

3.1.2.A. Encinar

Sobre los sustratos silíceos, la vegetación potencial también es un encinar, que en el estrato arbóreo se presenta enriquecido con el piruétano (*Pyrus bourgaeana*) y algún elemento de gran área como: *Asparagus acutifolius* (espárrago triguero), *Rubia peregrina* (rubia silvestre), *Daphne gnidium* (torvisco), etc. Esta vegetación constituye la cabeza de la serie climatofila y edafoxerofila luso-extremadurensis, silicícola, mediterránea, pluviestacional oceánica mesomediterránea seco-subhúmeda de los bosques de *Quercus rotundifoliae* y *Pyrus bourgaeana*, con *Cytisus burgaei*, *Lavandula sampaiana*, *Genista hirsuta*, definida por *Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae sigmetum*. En la zona de estudio, en función de la

orientación se presenta en las umbrías la faciación típica, y en las solanas la faciación termófila mariánico-monchiquense de *Pistacia lentiscus* (charneca) en la Sierra del Castellar y en los Cerros de Pedro Toro y de los Castillejos (Foto 15).



Foto 15.- Encinar silicícola de *Pyro bourgaeanae-Quercetum rotundifoliae*..

Como ejemplo, presentamos:

Un encinar silicícola de *Pyro bourgaeanae-Quercetum rotundifoliae* (*Paeonio broteroi-Quercion rotundifoliae*, *Quercetalia ilicis*, *Quercetea ilicis*). Altitud (1=10): 66 m. Área: 100 m². Cobertura: 80%. Número de especies por inventario: 14. Características de asociación y unidades superiores: 3 *Quercus rotundifoliae*, 2 *Asparagus acutifolius*, + *Pyrus bourgaeanae*, 1 *Crataegus monogyna*, + *Pistacia lentiscus*, + *Jasminum fruticans*. Compañeras: 3 *Cistus albidus*, 3 *Phlomis*

purpurea, + *Genista hirsuta*, *Cistus crispus*, + *Ruta montana*, + *Lavandula pedunculata*, + *Atractylis gummifera*. Localidad: Alconera, Sierra Alconera, 29SQC 1854.

En las exposiciones de solana el encinar mesomediterráneo silicícola, se enriquece en plantas termófilas, como *Asparagus albus*, *Olea europaea*, y *Rhamnus oleoides*, *Pistacia lentiscus* y, sobre todo, en la zona de estudio es dominante *Quercus coccifera* (coscoja).

3.1.2.B. Retamar

Como etapas seriales, se presenta un retamal, con escobas pertenecientes a la asociación *Retamo sphaerocarphae-Cityseum bourgaei*, que en la Sierra del Castellar se enriquece en *Cytisus striatus* subsp. *eriocarpus* (Foto 16).

3.1.2.C. Aulagar-jaral

El encinar silicícola luso-extremadurensis, en muchas ocasiones, está sustituido por un jaral formado por *Cistus ladanifer*, *Cistus crispus*, *Cistus salviifolius* y *Genista hirsuta*, que en la zona de estudio se enriquece en un elemento termófilo de gran valor diferencial, como *Cistus monspeliensis*, que define la subasociación *Genisto hirsutae-Cistetum ladaniferi cistosum monspeliensis*. En la solana de la Sierra del Castellar, como consecuencia de la deforestación, el aulagar-jaral ha dado paso a un jaguarzal, donde se presenta como especie dominante el jaguarzo crespado (*Cistus crispus*) (Foto 17).

Como ejemplo, presentamos:

Aulagar-jaral luso extremadurensis de *Genisto hirsutae-Cistetum ladaniferi* (*Ulici argentei-Cistion ladaniferi*, *Lavanduletalia stoechadis*, *Cisto-Lavanduletea*.) Altitud (1=10): 56 m. Área: 100 m². SW. Cobertura: 60%. Número de especies por inventario: 8. Características de asociación y unidades superiores: 3 *Cistus ladanifer*, 2 *Genista hirsuta*, 2 *Lavandula pedunculata* (incl. *Lavandula sampaiana*), 4 *Cistus crispus*, + *Phlomis purpurea*. Compañeras: 2 *Cytisus eriocarpus*, 1 *Quercus rotundifolia*, 1 *Retama sphaerocarpha*. Localidad: La Lapa, Sierra de los Castillejos, 29SQC1659.



Foto 16.- Retamar de *Retamo sphaerocarphae-Cytisetum bourgaei* (Sierra del Castellar).



Foto 17.- Aulagar-jaral en La Lapa, Sierra de los Castillejos.

En cuanto al pastizal terofítico no nitrófilo correspondiente a la serie del encinar silicícola, destacan por su abundancia en este biotopo: *Tuberaria guttata*, *Plantago bellardii*, *Rumex bucephalophorus*, *Silene gallica* y un conjunto de leguminosas como: *Trifolium glomeratum*, *Trifolium cheleri*, *Anthyllis lotoides*, etc., que caracterizan a la asociación *Trifolio cheleri-Plantaginetum bellardi*.

3.1.2.D. Cerrillar

En los riberos del embalse de la Albufera de Castellar, se encuentra bien representada una comunidad vivaz de aspecto graminoide, asentada sobre suelos alterados por la erosión, como consecuencia de la inclinación del terreno. La roca madre son pizarras cámbricas que afloran como dientes de sierra. Se trata de una asociación abierta, silicícola, de óptimo luso-extremadureño, cuya especie representativa es la *Hyparrhenia hirta* o cerrillo, de aquí el nombre de cerrillar con el que se conoce en el territorio a estas formaciones. Rivas-Martínez & al (1986: 56) señalan el carácter vicariante de esta comunidad frente a los cerrillares portugueses desarrollados sobre margas calcáreas y definidos por la asociación *Carici depressa-Hyparrhenietum hirtae* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira. El cerrillar luso-extremadureño es una comunidad silicícola, mesomediterránea, de apetencias termófilas, en las que, además *Hyparrhenia hirta*, son constantes *Daucus crinitus*, *Andryala laxiflora*, *Andryala integrifolia*, *Daucus setifolius*, que definen la asociación *Dauco criniti-Hyparrhenietum hirtae* (Foto 18).



Foto 18.- Cerrillar de *Daucus criniti-Hyparrhenietum sinaicae* en el Pantano de la Albufera de Castellar.

Como ejemplo, presentamos:

Cerrillar silicícola de *Daucus criniti-Hyparrhenietum sinaicae* (*Hyparrhenion hirtae*, *Hyparrhenietalia hirtae*, *Lygeo-Stipetea*). Altitud: (1=10) 43 m. Área: 100 m². Cobertura: 70%. Número de especies por inventario: 12. Características de asociación y unidades superiores: 3 *Hyparrhenia hirta*, 1 *Daucus crinitus*, 1 *Arenaria laxiflora*, 2 *Andryala integrifolia*, + *Daucus setifolius*. Compañeras: 1 *Ruta montana*, 2 *Silene inaparta*. + *Rumex induratus*, + *Phagnalon saxatile*, + *Genista hirsuta*, 2 *Lavandula pedunculata*, + *Asparagus albus*. Localidad: La Lapa, Pantano de la Albufera de Castellar, 29SQC 2157.

3.2. VEGETACIÓN EDAFOHIGRÓFILA

Serie y geoserie fluvio-álvear y fluvial luso-extremadurensis dulceacuícola ligeramente dura o dura mediterránea pluviestacional oceánica mesomediterránea seco-

subhúmeda de los bosques de (*Populus alba* y *Salix atrocinerea*) *Salici atrocinerae-Populetum albae* sigmetum y geosigmetum.

3.2.1. Vegetación de Ribera (alameda-chopera)

A lo largo del arroyo de Matasanos hemos podido estudiar el bosque de galería definido por la asociación *Salici atrocinerae-Populetum albae*. Se trata de la vegetación propia de las vegas del Guadiana y del curso bajo y medio de sus afluentes. Esta vegetación se encuentra muy alterada y solo hemos podido reconocer como plantas típicas: *Salix atrocinerea*, *Iris foetidissima*, *Salix salviaefolia*, *Clematis campaniflora*, *Scrophularia scorodonia*, *Sambucus nigra* (saúco), junto a las especies arbóreas: *Populus alba* (álamo blanco), *Populus nigra* (álamo negro) y *Ulmus minor* (olmo o negrillo).

3.2.2. Cañaverales y espadañales

En los claros de la alameda, se desarrolla una comunidad nitrófila posiblemente de origen antrópico, reconocida por la presencia de *Arundo donax* (caña común), a la que acompaña la lianoide *Calystegia sepium* (campanilla blanca) y *Epilobium hirsutum* (hierba de San Antonio). Esta comunidad corresponde a la asociación *Arundini donacis-Convolvuletum sepium*.

En contacto con el cañaveral, se instala el espadañal en función de su mayor permanencia de agua. Son especies características de este medio: las espadañas (*Typha latifolia*, *T. dominguensis* y escasa. *T. angustifolia*), el junco de laguna (*Schoenoplectus lacustris* subsp. *glaucus*), lirio amarillo (*Iris pseudoacorus*), llantén de agua (*Alisma plantago aquatica*) y juncia (*Carex hispida*). Esta comunidad se instala en aguas mineralizadas ricas en carbonatos, como consecuencia de los sedimentos miocenos que recorre el arroyo de Matasanos.

3.2.3. Lastonares de valle

En el borde exterior de este ecosistema, coincidiendo con las vegas de inundación del arroyo del Raposo, al desecarse parcialmente durante el final de la primavera y el verano, se

instala un lastonar, que ocupa superficies muy reducidas. Es una comunidad que crece sobre suelos calizos hidromorfos. Las plantas que caracterizan este tipo de formaciones vegetales en el territorio son: altarreina (*Achillea ageratum*), lastón de valle (*Brachypodium phoenicoides*) y los candiles (*Phlomis lychnitis*), que forman parte de la asociación *Phlomido lychnitidis-Brachypodietum phoenicoidis*.

Como ejemplo, presentamos:

Lastonar de Valle: *Phlomido lychnitidis-Brachypodietum phoenicoidis* (*Brachypodium phoenicoides*, *Brachypodietalia phoenicoidis Festuco-Brometea*). Altitud (1=10): 54. Área: 10 m², Cobertura: 100%. Número de especies por inventario: 7. Características de asociación y unidades superiores: 4 *Brachypodium phoenicoides*, 1 *Achillea ageratum*, 2 *Phalaris coerulescens*, 1 *Phalaris paradoxa*, 1 *Cychorium intybus*, 1 *Lactuca serriola*, + *Foeniculum vulgare*. Localidad: Puebla de Sancho Pérez, Balneario del Raposo, vega de inundación.

En los pequeños claros del lastonar de valle, sobre suelos arcilloso-calizos, que sufren inundaciones de invierno y primavera, se instala una comunidad higrófitas, de fenología primaveral tardía. Son plantas características en este medio: *Lythrum junceum*, *Lythrum hyssopifolium*, *Juncus tenageia*, *Trifolium lappaceum*, *Polypogon maritimus*, *Ranunculus parviflorus*. En función de la composición florística, y del sustrato, debe ser incluida en la alianza *Lythrium tribacteatii*. En cuanto a la asociación, entendemos que puede tratarse de una comunidad vicariante de *Gnaphalio luteo-albi-Plantaginetum intermediae*, la falta de buenos inventarios nos impide su clasificación.

3.2.4. Adelfares

Aguas debajo del Embalse de la Albufera de Castellar, en el término municipal de Zafra, sobre suelos silíceos, se presenta un adelfar muy bien conservado a lo largo del cauce de la Rivera de Alconera. En este biotopo, *Nerium oleander* (adelfa) está acompañada por *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina* y *Crataegus monogyna* (majuelo), los cuales definen en su conjunto la asociación *Rubo ulmifolii-Nerietum oleandri*. Se trata de una comunidad que contribuye a caracterizar del sector corológico mariánico-monchiquense (Foto 19).



Foto 19.- Adelfar de *Rubo ulmifolii-Nerietum oleandri*, Rivera de Alconera desde la presa del Pantano de la Albufera de Castellar

3.3. COMPLEJOS EXOSERIALES SILICÍCOLAS Y BASÓFILOS

Las comunidades exoseriales son definidas por Salazar & *al. in* Valle, F. (2004-05) como comunidades *ajenas a la dinámica vegetal* y, como consecuencia de los habitats que colonizan, se difuminan las reglas que rigen la sucesión vegetal. Los ejemplos más representativos los encontramos en los roquedos, tanto de la Sierra de María Andrés como en los ricos cuarcíticos de la Sierra del Castellar (Foto 20).



Foto 20.- Riscos cuarcíticos de la Sierra del Castellar.

En este trabajo hemos tenido la posibilidad de estudiar afloramientos rocosos, calizos y silíceos. La vegetación casmofítica que coloniza grietas, fisuras y estraplomos de ambos tipos de sustratos, tiene un alto grado de endemidad. Hemos encontrado buenos ejemplos de comunidades silicícolas en los riscos cuarcíticos que coronan la Sierra del Castellar y basófilas en los estraplomos de calizas duras en las Sierras de Alconera y María Andrés.

En las grietas no terrosas de los ricos cuarcíticos de la Sierra del Castellar, a partir de los 600 m de altitud, se desarrolla una comunidad casmo-cormofítica, de distribución ibérica centro occidental, donde son especies características en el área de estudio: *Dianthus lusitanus*, *Digitalis thapsi*, *Rumex induratus*, *Phagnalon saxatile*, *Sedum hirsutum* y *Antirrhinum graniticum*, que caracterizan la asociación *Digitali thapsi-Dianthetum lusitani*. Mención especial merece en esta comunidad *Arrhenatherum elatius* subsp. *sardoum*, lastón específico de estos biotopos, frente a las otras subespecies de *Arrhenatherum elatius*, propias de los prados de siega (Foto 21).



Foto 21.- *Digitali thapsi-Dianthetum*. Riscos cuarcíticos de la Sierra del Castellar.

Son también típicas de estos hábitats las comunidades liquénicas, que tapizan los farallones en exposiciones de umbría y cuya coloración depende de la especie dominante. En unos casos, la tonalidad es verde amarillenta, debido al predominio de *Acaroposra hiliaris*

y *Rhizocarpon geographicum*; en otros, el roquedo toma un color verde-grisáceo, al ser especies dominantes *Umbilicaria pustulata*, *Gyrophora cylindrica*, etc.

Como ejemplo, presentamos:

Comunidad rupestre de clavellinas de risco y abilurias de *Digitali thapsi-Dianthetum lusitani* (*Rumici indurati-Dianthion lusitani*, *Phagnalo saxatilis-Rumicetalia indurati*, *Phagnalo-Rumicetea indurati*). Altitud (1=10): 64 m. Área: 50 m². Cobertura: 60%. Número de especies por inventario: 7. Características de asociación y unidades superiores: 3. *Dianthus lusitanus*, 1 *Digitalis thapsi*, 3 *Sedum hirsutum*, 2 *Umbilicus rupestris*, 1 *Rumex induratus*, 2 *Arrhenatherum elatius* subsp. *sardoum*. Compañeras: + *Cytisus eriocarpus*. Localidad: Zafra, Sierra del Castellar, 29SQC2355.

En los taludes terrosos sobre pizarras cámbricas de la pista que bordea el pantano de la Albufera de Castellar, hemos observado, aunque muy alterada, la comunidad formada por la hierba yesquera (*Phagnalon saxatile*) y la acedera (*Rumex induratus*), que definen la asociación *Phagnalo saxatilis-Rumicetum indurati*.

En los roquedos calcáreos, las comunidades rupícolas están definidas en el territorio por la presencia de un helecho de pequeño porte, *Cheilanthes acrostica*, al que acompaña en las solanas, entre otras especies, el pteridofito *Cosentinia vellea*. Se trata de una comunidad con escaso grado de cobertura, y en cuyo nicho ecológico se presentan taxones como *Asplenium ceterach* (doradilla), *Selaginella denticulada* (musgo trepador), *Sedum rubens* (bermejuela) y *Sedum mucizonia* (uña de pájaro). Esta comunidad, endémica de las rocas calizas cámbricas luso-extremadurenses, *Asplenio ceterah-Cheilanthesetum acrosticae* ya fue denunciada de Tierra de Barros por Santos & al (1989: 34) de sierra Alconera (Foto 22).



Foto 22.- Vegetación fisurícola calcárea de *Asplenio ceterah-Cheilanthesum acrosticae*. La Parra: Sierra del Pico.

Como ejemplo, presentamos:

Comunidad pteridofítica: *Asplenio ceterah-Cheilanthesum acrosticae* (*Asplenion glandulosi*, *Asplenietalia glandulosi*, *Asplenietea trichomanis*): Altitud (1=10): 62. Área: 2 m². Cobertura: 40%. Número de especies por inventario: 12. Características de asociación y unidades superiores: 1 *Cheilanthes acrostica*, 2 *Polypodium cambricum*, 1 *Asplenium ceterach*, 1 *Umbilicus rupestris*. Compañeras: 1 *Sedum mucizonia*, + *Campanula erinus*, 1 *Sedum album* subsp. *micranthum*, + *Torilis leptophylla*, + *Arenaria leptoclados*, + *Geranium lucidum*, + *Antirrhinum onubense*. Localidad: La Parra, Sierra del Pico (Sierra de María Andrés), 29SQC 0964.

Mención especial, por su rareza en la subprovincia corológica luso-extremadurese, merece la vegetación anual subnitrófila, humícola y esciófila, que se desarrolla en la base de los roquedos calcáreos, sobre arcillas rojas descarboxatadas (*terra rossa*), en exposiciones de umbría definida por la asociación *Geranio rotundifolii-Theligonetum cynocrambes*. Es una asociación de fenología primaveral que, al parecer, presenta su máxima representación en el

piso termomediterráneo de las provincias corológicas Gaditano-Onubo-Algarviense y Bética, como señala Rivas-Martínez (1977: 568). En el territorio estudiado, se desarrolla en el piso mesomediterráneo de ombroclima subhúmedo, cuya vegetación potencial corresponde a la asociación *Rhamno laderoi-Quercetum rotundifoliae*. Son especies características de esta comunidad en el sector araceno-pacense: *Parietaria mauritanica*, *Parietaria lusitanica*, *Thelygonum cynocrambe*, *Ceratocarpus heterocarpa*, etc.

Como ejemplo presentamos:

Comunidad terofítica, escionitrófila, *Geranio rotundifolii-Theligionetum cynocrambes* (*Parietario lusitanico-mauritanicae*, *Geranio purpurei-Cardaminetalia hirsutae*, *Geranio purpurei-Cardaminetea hirsutae*). Altitud (1=10): 62 m. Área: 2 m². N. Cobertura: 90%. Número de especies por inventario: 15. Características de asociación y unidades superiores: 5 *Parietaria mauritanica*, 1 *Thelygonum cynocrambe*, 1 *Geranium rotundifolium*, 1 *Geranium lucidum*, 2 *Mercurialis ambigua*, 1 *Rhagadiolus edulis*, 1 *Urtica membranacea*, 1 *Torilis leptophylla*. Compañeras: 1 *Silene latifolia*, 1 *Bromus diandrus*, 1 *Smyrniolum olusatrum*, 1 *Carduus tenuiflorus*, 1 *Medicago arabica*, 1 *Calendula arvensis*, 1 *Arisarum simorrhinum*. Localidad: La Parra, Sierra del Pico, en umbría (Sierra de María Andrés), 29SQC0964.

3.4. PLANTAS CULTIVADAS

No podemos dejar de señalar el cultivo de plantas aromáticas que se lleva a cabo en los alrededores del Balneario del Raposo. Nos parece una iniciativa muy interesante, ya que todas las plantas cultivadas son medicinales. Según nos comentó el director del Balneario, son cultivos dirigidos a la obtención de esencias. Plantas como *Origanum mejorana* (mejorana) (Foto 23), *Coriandrum sativum* (cilantro), *Ocimum basilicum* (albahaca), *Thymus vulgaris* (tomillo común), tienen una gran demanda en la Herboristería.



Foto 23.- Cultivo de plantas aromáticas: *Origanum mejorana*.

ESQUEMA SINTAXONÓMICO

Cl.-**Isoeto-Nanojuncetea** Br.- Bl. & Tüxen ex Wesshoff, Dijk & Passchier 1946

O.- Nanocyperetalia Klika 1935

Al.- Lythrion tribracteati Rivas Godoy & Rivas-Mart. ex Rivas Godoy 1970

As.- *Gnaphalio luteo-albi-Plantaginetum intermediae* Rivas Godoy & Ladero. In Rivas Godoy 1970.

Cl.-**Phragmito-Magnocaricetea** Klika in Klika & Novák 1941

O.- Phragmitetalia Koch 1926

Al.- Phragmition communis Koch 1926

As.- *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis* (Tüxen & Preising 1942) Rivas-Martínez., Bascónes, T. E. Díaz. Fernández-González & Loidi 1991(Incl. *Scirpo-Phragmitetum mediterraneum* Tüxen & Preising 1942)

Cl.- **Asplenietea trichomanes** (Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl.1934) Oberdorfer 1977

O.- Asplenietalia glandulosi Br.-Bl., in Meier & Br.-Bl 1934

Al.- Asplenion glandulosi Br.-Bl., in Meier & Br.-Bl 1934

As.- *Asplenio ceterach-Cheilanthesetum acrosticae* M. T. Santos 1987

Cl.- **Phagnalo-Rumicetea indurati** (Rivas Goday & Esteve1972) Rivas-Mart., Izco & Costa 1973

O.- Phagnalo saxatilis-Rumecetalia indurati Rivas Godat & Esteve1972

Al.-Rumici indurati. Dianthion lusitani Rivas-Martínez, Izco & Costa ex Fuente1986

As.- Digitali thapsi-Dianthetum lusitani Rivas-Martínez ex Fuente 1986

As.-*Phagnalo saxatilis-Rumicetum indurati* Rivas-Martínez ex F. Navarro & C. Valle in Ruiz 1986.

Cl.- **Artemisietea vulgaris** Lohmeyer, Preising & Tüxen ex von Roschow 1951

O.-Carthametalia lanati Brullo in Brullo & Marcenò 1985

Al.- Onopordion castellani Br.-Bl. & O. Bolos 1958 corr.

As.-*Notobasio syriacae—Scolymetum maculati* Rivas Godoy ex Ladero, Socorro, Molero, M. López, Zafra, Marín, Hurtado & Pérez-Raya 1981.

Cl.-**Stellaterietea mediae** Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Roschow 1951

O.-Centauretalia cyani Tüxen ex von Roschow 1951

Al.- Roemerion hybridae Br.-Bl. Ex Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999.

As.- *Linario hirtae-Galietum tricornuti* Rivas Godoy 1964

Al.- Ridolfion segetum Nègre Ex Rivas- Martínez, Fernández González & Loidi 1999.

Plantas características (*Adonis annua*, *Buplurum lancifolium*, *Capnophyllum peregrinum*, *Nigella papillosa* subsp. *papillosa*, *Phalaris paradoxa*, *Silene stricta* fácilmente confundible con *Silene muscipula* L.)

As.- *Ridolfio segeti-Capnophylletum peregrini* Guinochet 1978

(incl. *Bupleuro lancifoli-Valerianetum discoideae* Rivas Goday 1964)

Cl.- **Galio-Urticetea** Passarge ex Kopecky 1969

O.- *Covolvuletalia sepium* Tüxen ex Mucina 1993

Al.- *Convolvulion sepium* Tüxen ex Oberdorger 1957

As.- *Arundo donacis- Convolvuletum sepium* Tüxen & Oberdorfer ex O. Bolós 1962

Cl.- **Geranio purpurei- Cardaminetea hirsutae** (Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999) Rivas-Martínez, T. E Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousâ & Penas 1987

O.- *Geranio purpurei- Cardaminetalia hirsutae* Brullo in Brullo & Marcenò 1985

Al.- *Parietaron lusitanico-mauritanicae* Rivas-Martínez, T. E Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousâ & Penas 1987

As.- *Geranio rotundifolii-Theligionetum cynocrambe* Rivas-Martínez & Malato-Beliz in Rivas-Martínez 1978

Cl.- **Helianthemetea guttati** (Br.-Bl. in Br.-Bl. Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 em. Rivas-Martínez 1978

O.- *Helianthemetalia guttati* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

Al.- *Helianthemion guttati* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

As.- *Trifolio cherleri-Plantaginetum bellardi* Rivas Goday 1958

O.- *Trachynetalia distachyae* Rivas-Martínez 1978

Al.- *Trachynion distachyae* Rivas-Martínez 1978

As.- *Velezio rigidae-astericetum aquaticae* Rivas Godoy 1964

As.- *Saxifrago tridactylitae-Horenungietum petraeae* Izco 1974

Cl.- **Festuco-Brometea** Br.-Bl. & Tüxen in Br.-Bl. 1949

O.- *Brachypodietalia phoenicoidis* Br.-Bl. ex Molinier 1934

Al.- *Brachypodion phoenicoidis* Br.-Bl. ex Molinier 1934

As.- *Phlomido lichnitidis-Brachypodietum phonicoidis* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956

(Incl. *Stipo bromoides-Brachypodietum phoenicoidis* Rivas Goday 1964 subas. Con *Convovulus althaeoides-Plantago albicans*).

Cl.- **Poetea bulbosae** Rivas Goday & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1978

O.- *Poetalia bulbosae* Rivas Goday & Rivas-Martínez in Rivas Goday & Ladero 1970.

Al.- *Trifolio subterranei-Periballion* Rivas Goday 1964

As.- *Poo bulbosae-Trifolietum subterranei* Rivas Goday 1964

Al.- *Poo bulbosae-Astragalion sesamei* Rivas Goday & Ladero 1970

As.- *Poo bulbosae-Astragaletum sesamei* Rivas Goday & Ladero 1979

Cl.- **Lygeo -Stipetea** Rivas- Martínez 1978 in Rivas-Martínez, T. E Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousâ & Penas 1987

O.- *Hyparrhienietalia hirtae* Rivas-Martínez 1978

Al.- *Hyparrhenion hirtae* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956

As.- *Dauco criniti-Hyparrhenietum hirtae* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986

Cl.-**Cisto. Lavanduletea** Br.-Bl., in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

O.- *Lavanduletalia stoechidis* Br.-Bl., in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 em. Rivas-Martínez 1968

Al.- *Ulici argentea-Cistion ladaniferi* Br.-Bl, P. Silva & Rozeira 1965

As.- *Genisto hirsutae-Cistetum ladaniferi* Rivas Goday 1956

As.- *Phlomidio porureae- Cistetum albidu* Rivas-Martinez, Lousâ T. E. Díaz, Fernández-González & J. C. Costa 1990

Cl.- **Rosmarinetea officinalis** Rivas-Martínez, T. E Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousâ & Penas 1987

O.- *Rosmarinetalia officinalis* Br.-Bl. ex Moliner 1934

Al.- *Saturejo- Coridothymion* (Rivas Goday & Rivas-Martínez 1969) Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

As.- *Helianthemo hirti-Saturejetum micranthae* Rivas Goday 1964



- Cl.- **Cytisetea scopario –striati** Rivas-Martínez 1975
- O.- Cytisetalia scopario-striati Rivas-Martínez 1975
- Al.- Retamion sphaerocarphae Rivas-Martínez 1981
- As.- *Cytiso scopari-Retametum sphaerocarphae* Rivas-Martínez ex Fuente 1986
- Cl.- **Rhamno-Prunetea** Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962
- O.- Prunetalia spinosae Tüxen 1952
- Al.- Pruno- Rubion ulmifolii O. Bolós 1954
- Subal.- Rosenion carioti-pouzinii Arnaiz ex Loidi 1989
- As.- *Rubo ulmifolii-Rosetum corymbiferae* Rivas-Martínez & Arnaiz in Arnaiz 1979
- Cl.- **Nerio-Tamaricetea** Br.-O. Bolós 1958
- O.- Tamaricetalia Br.-O. Bolós 1958 em. Izco, Fernández-González & A. Molina 1984
- Al.- Rubo ulmifolii-Nerion oleandri O. Bolós 1985
- As.- *Rubo ulmifolii-Nerietum oleandri* O. Bolós 1956
- C.- **Salicipurpureae –Populetea nigrae** (Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Bascones, T. E. Díaz, Fernández-González & Loidi) Rivas-Martínez, T. E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousâ & Penas 1987 Polpuletalia albae Br.-Bl ex Tchou 1948
- Al.- Populion albae Br.-Bl ex Tchou 1948
- As.- *Salici atrocinnereae-Populetum albae* Rivas Goday 1964
- Cl.- **Quercetea ilicis** Br.-Bl. Ex A & O. Bolós 1950
- O.- Quercetalia ilicis Br.-Bl. Ex Molinier 1934 em. Rivas-Martínez 1975
- Al.- Quercion broteroi Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956 em. Rivas-Martínez 1975 corr. Ladero 1974.
- Subal.- Paeonio broteroi- Quercenion rotundifoliae Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa & Izco 1986
- As.- *Lonicero implexae- Quercetum rotundifoliae* Lousâ, Espirito-Santo & J. C. Costa 1994
- As.- Pyro bourgaeanae-Quercetum rotundifoliae Rivas-Martínez 1987

O.- Pistacio lentisci-Rhamnethalia alaterni Rivas-Martínez 1975

Al.-Asparago albi- Rhamnion oleoidis Rivas Goday ex Rivas-Martínez 1975

As.- *Asparago albi-Quercetum cocciferae* Rivas-Martínez, T. E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & Penas 1987

Al.- Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae Rivas Goday ex Rivas-Martínez 1975

As.- *Hyacinthoido hispanicae-Quercetum cocciferae* (Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Esteve, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1960) Peinado & Martínez-Parras 1985

BIBLIOGRAFÍA

1. Cartografía militar de España (1984): Mapa general. Serie I. Fuente de cantos 11-35(876). E. 1/50.000. Ed. Servicio Geográfico del Ejército.
2. Cartografía militar de España. (1985): Mapa general. Serie L. Llerena. 12-35 (877). E. 1/50.000. Ed. Servicio Geográfico del Ejército.
3. Cartografía militar de España (1985): Mapa general. Serie L. Zafra 11-34 (854). E. 1/50.000. Ed. Servicio Geográfico del Ejército.
4. Cartografía militar de España (1977): Mapa general. Serie L. 828. Barcarrota. E. 1/50.000. Ed. Servicio Geográfico del Ejército.
5. Castroviejo, S. & *al.* (eds.) (1986-2008): Flora Ibérica. Vols. V-VIII, X-XV, XVII-XVIII, XXI. CSIC. Madrid.
6. Devesa, J. A. (1995): Vegetación y Flora de Extremadura, 773 pp. Ed. Universitas Editorial. Badajoz.
7. Fuente, V. de la (1986): Vegetación orófila del occidente de la provincia de Guadalajara (España). *Lazaroa* 8:123-219.
8. IGME (1977): Mapa geológico de España: 828(11-33). Barcarrota, E. 1/50.000. Ed. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.
9. IGME (1983): Mapa geológico de España: 877(12-35). Llerena, E. 1/50.000. Ed. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.
10. IGME (1983): Mapa geológico de España: Zafra 854 (11-34), E. 1/50.000. Ed. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.
11. IGME (1983): Mapa geológico de España: 876(11-35). Fuente de Cantos, E. 1/50.000. Ed. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.
12. Lousã, M., D. Espírito-Santo & J. C. Costa (1994): A vegetação de Serra de Alvaiázere. *Anais Inst. Super. Agron.* 44(1):215-233.
13. Martín-Blanco C. J. & M. A. Carrasco, (2005): Catálogo de la flora vascular de la provincia de Ciudad-Real.

14. Rivas Goday, S. (1964). *Vegetación y flórula de la cuenca extremeña del guadiana*. Ed. Publ. Diputac. Provinc. Badajoz. 777 pp. Badajoz.
15. Rivas-Martínez, S. (1978): Vegetatio hispanicae. Notula V. Anales Inst. Bot. Cavanilles 34 (2): 553-570.
16. Rivas-Martínez, S. (1987): Memoria del mapa de series de vegetación de España. 1/400.000. Icona.
17. Rivas-Martínez, S. (2007): Mapa de series, geoserias y geopermoseries de vegetación de España. Parte I. *Itinera geobot.* 17: 5-436.
18. Rivas-Martínez, S. (2011): Mapa de series, geoserias y geopermoseries de vegetación de España. Parte II. *Itinera geobot.* 18(1,2): 5-801..
19. Rivas-Martínez, S. , Díaz , T.E., Fernández González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousâ & Penas, A. (2002). Vascular plant communities os Spain and Portugal. Addenda to Syntoxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobot.*, 15(1,2): 5-922.
20. Rivas Martínez, S., Fernández-González, F., & Sánchez Mata. (1986) Datos sobre la vegetación del Sistema Central y Sierra Nevada. Opusc. Bot. Pharm. Complut. 2: 3-436.
21. Rivas-Martínez, S.; Fernández-González, F.; Loidi, J.; Lousâ, M. & Penas, A. (2001) Sintaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera geobot.* 14:5-341.
22. Rivas-Martínez, S.; Lousâ, M.; Díaz, T. E.; Fernández-González, F. & Costa, J. C. (1990): la vegetación del sur de Portugal (Sado, Alentejo y Algarve). *Itinera geobot.* 5:5-126.
23. Santos, M. T.; Ladero, M. & Amor, A (1989): Vegetación de las intercalaciones básicas de la provincia de Cáceres (Extremadura, España). *Studia bot.* Universidad de Salamanca 7:9-147
24. Tutin, T. G. Burges N:A., Valentine, D.H, Walters, S.W. & Wee (eds.)(1964-1980): *Flora Europaea*. Vol. I-V. Cambridge Univeristy Press.
25. Valle, F. & al. (2004-05): Modelos de restauración forestal. Vol. (I-IV). Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

ESTUDIO VI

Geología e hidrología

■ Jesús M. Rosino

Agua y Medioambiente Asesoría Industrial SL (AGMA) Asociación Termalismo de Andalucía. Observatorio Nacional del Termalismo, España. edicion@ranf.com

RESUMEN

Las aguas minero-medicinales del balneario El Raposo surgen a través de una galería de 51 metros de longitud, de 2,10 metros de anchura y 2,70 metros de altura, revestida de ladrillos, excavada superficialmente en cuarcitas y pizarras cámbricas con estructura subvertical que se sitúan bajo un recubrimiento detrítico pliocuaternario de muy poco espesor (1-2 m). El acuífero está formado por una zona superficial detrítica, compuesta de materiales aluviales y pliocuaternarios constituidos por arcillas, arenas, cantos y costras calcáreas, de hasta 3 metros de espesor, y por una zona inferior fisurada formada por discontinuidades (planos de estratificación, fisuras y fracturas) que afectan a los materiales paleozoicos hasta unos 40-50 metros de profundidad. Se trata de un acuífero libre que se alimenta por infiltración del agua de lluvia, cuyo nivel viene impuesto por los arroyos de Matasanos y Raposo que constituyen sus ejes de descarga natural. El balneario es famoso por sus peloides, obtenidos de los sedimentos del arroyo del Raposo y macerados al sol en tanques durante un periodo de 5 a 8 meses, que se utilizan mediante envolturas para el tratamiento de afecciones reumáticas y problemas osteo-articulares.

GEOLOGÍA

1. Características Generales

El balneario El Raposo se localiza en el tercio meridional de la provincia de Badajoz, en una zona de escaso relieve situada dentro de la cuenca hidrográfica del Guadiana, a orillas del arroyo del Raposo, en un área situada a unos 15 kilómetros al norte de la divisoria con la cuenca del Guadalquivir.

El área se sitúa geológicamente en la zona de Ossa Morena de Lotze (1945), dentro del Dominio Zafra-Monesterio, donde aforan fundamentalmente materiales paleozoicos intensamente afectados por la orogenia Hercínica, responsable de las estructuras presentes con dirección NNO-SSE entre las que se encuentra el denominado anticlinorio Monesterio-Olivenza en cuyo flanco oriental se sitúa el balneario, y el sinclinorio Zafra-Llerena, adosado al anterior por el noreste.

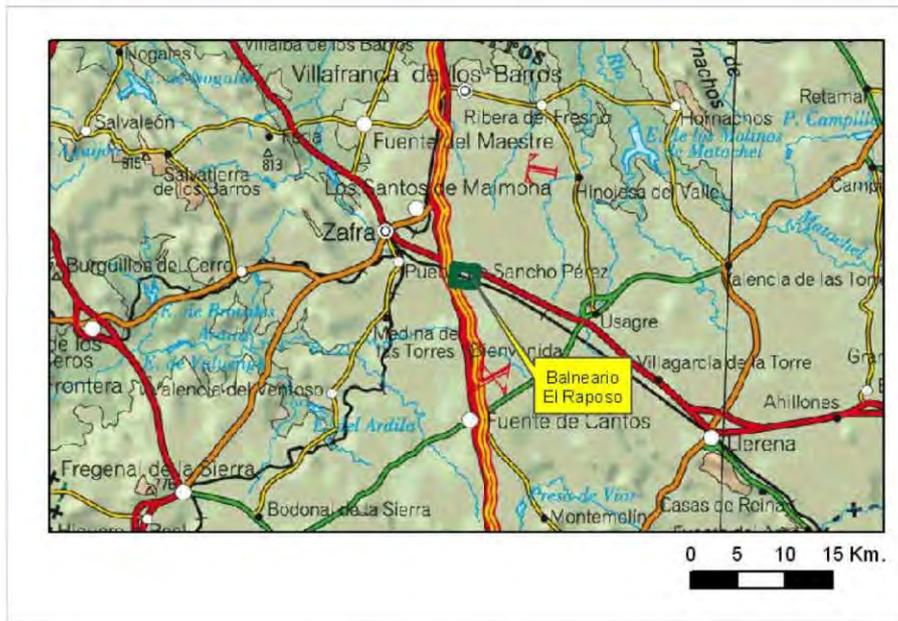


Figura 1.- Situación geográfica.

Los materiales paleozoicos corresponden a sedimentos precámbricos y cámbricos, en los que se distinguen dos unidades tectosedimentarias, separadas por una zona de fractura de dirección NNO-SSE en la que afloran materiales devónicos pertenecientes a la cuenca de los Santos de Maimona: la Unidad de Zafra al oeste y la Unidad de Usagre al Este. Este tipo fractura ha debido condicionar la paleogeografía de la zona desde el Precámbrico, y sus importante salto ha contribuido al acercamiento de dominios y unidades, en principio necesariamente separados por sus diferencias estratigráficas, sedimentológicas, paleontológicas, metamórficas y tectónicas.

Los materiales paleozoicos, sobre todo los de la Unidad de Zafra aparecen en gran parte recubiertos por materiales pliocuaternarios de escaso espesor.

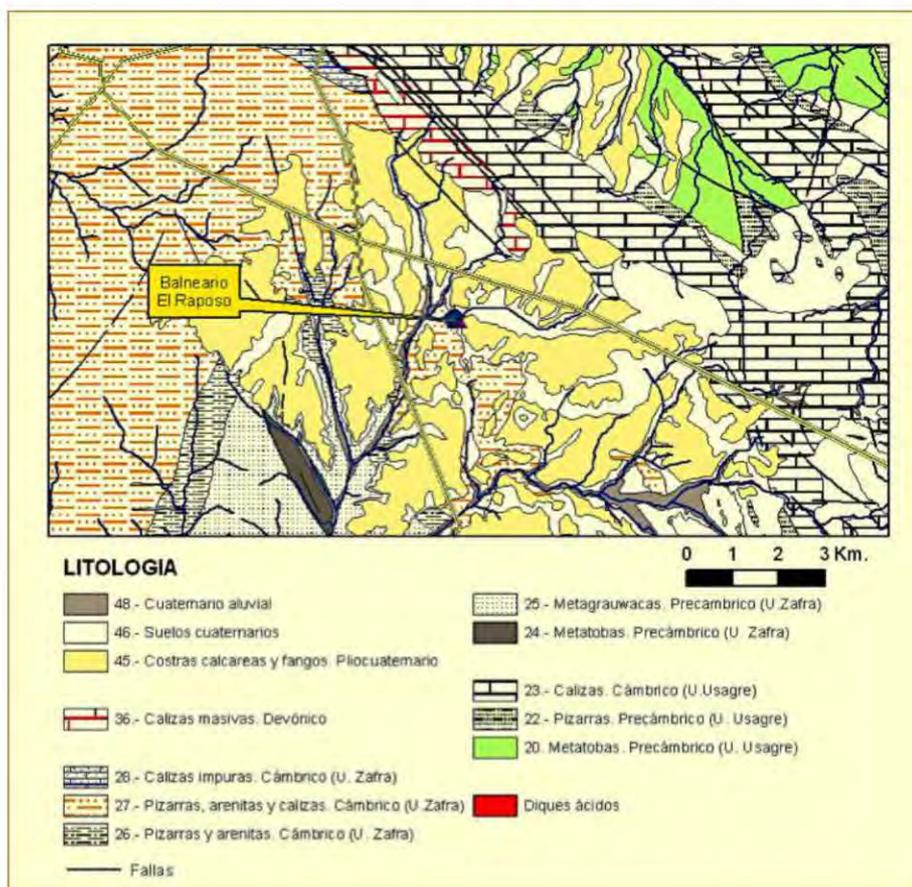


Figura 2.- Encuadre geológico.

2. Litoestratigrafía

Los principales conjuntos estratigráficos presentes en la zona son los pertenecientes al Precámbrico, Cámbrico, Devónico y sedimentos pliocuaternarios posttectónicos.

En el Precámbrico de la zona, de muro a techo se distinguen la formación Tentudía y la formación Malcocinado; no pudiendo individualizarse suficientemente la formación superior Torreárboles.

- **La formación Tentudía** aflora al norte la Sierra de los Santos y al suroeste de la zona, en la margen derecha del arroyo de Matasanos; está constituida por una sucesión monótona de metagrauvas-metatobas y niveles esquistosos. Toda la formación presenta un color grisáceo y claras evidencias de su naturaleza vulcanosedimentaria. Los paquetes areníticos corresponden a metagrauvas y metatobas con texturas esquistosas y clastos de cuarzo, plagioclasa, sericita y cantidades menores de biotita verdosa. Los niveles esquistosos corresponden a esquistos sericíticos, con porfiroblastos de cuarzo y plagioclasa. Algunos de estos niveles pueden corresponder a cineritas retrabajadas. Su espesor puede alcanzar los 1.500 metros.
- **La formación Malcocinado** es también de naturaleza vulcanosedimentaria con metamorfismo de grado muy bajo esencialmente sintectónico, con una esquistosidad desigualmente penetrativa y otra fase con micropliegues. En la Unidad de Zafra aparecen esquistos constituidos por metaandesitas de color verdoso, metaconglomerados y metaarcosas con cuarzo, plagioclasa y clorita que provienen de tobas y lavas. En la Unidad de Usagre junto con estos esquistos aparecen brechas andesíticas y rocas tobáceas y cineríticas de origen piroclástico con metamorfismo de muy bajo grado. Esta formación tiene una potencia media de 800 metros. Dentro del Cámbrico de la zona, de muro a techo, se distinguen dos formaciones con diferentes características para cada una de las unidades:
- **Formación Torreárboles.** En la Unidad de Zafra esta formación se inicia con conglomerados y lutitas sobre los que aparece una alternancia rítmica de bancos de lutitas violáceas con secuencias granodecrecientes y frecuentes niveles bioturbados que presenta un espesor conjunto de unos 300 metros. En la Unidad de Usagre, está formada esencialmente por arcosas y grauvas con matriz sericítica y niveles intercalados de conglomerados y pizarras.

- **Sucesión Carbonatada.** En la Unidad de Zafra se distingue una formación inferior denominada Formación Capas de Zafra que constituye un conjunto rítmico terrígeno-carbonatado caracterizado por la presencia de bancos calcáreos con abundante materia orgánica y estructuras estromatolíticas en su base, y materiales detríticos y ferruginosos hacia techo. Hacia la base de la formación predominan pizarras y lutitas, de colores amarillos y verdosos, con intercalaciones lentejonares de calizas grisáceas o blanquecinas; mientras que hacia techo predominan los niveles carbonatados. Sobre esta formación aparece una alternancia rítmica de bancos calcáreos laminados, más detríticos y ferruginosos que los anteriores, con niveles de lutitas violáceas decimétricos y centimétricos. Su espesor es del orden de 800-850 metros. En la Unidad de Usagre, esta sucesión está constituida por bancos decimétricos de calizas marmóreas, que contienen cuarzo, moscovita y sericita, con intercalaciones de esquistos verdosos o violáceos.

Los materiales devónicos ocupan una franja estrecha, hundida entre dos fallas, situada al sur de la sierra de Los Santos. Se trata de calizas masivas recristalizadas de color gris, de unos 200 metros de potencia, que parecen pertenecer a la cuenca de los Santos de Maimona y que presentan evidencias de una cierta karstificación.

Gran parte de los materiales paleozoicos del área, sobre todo los pertenecientes a la Unidad de Zafra, están recubiertos por materiales pliocuaternarios y cuaternarios con espesores inferiores a 2.5 metros.

Los materiales pliocuaternarios están constituidos por fangos rojos con cantos y costras carbonatadas que se desarrollan sobre un sustrato paleozoico muy alterado, materiales que se relacionan con superficies de erosión en clima árido estacional, con el nivel freático muy próximo a la superficie.

En algunas zonas están constituidos por una débil cobertera de suelos preferentemente arcillosos, pardo-rojizos como consecuencia de la alteración de la roca infrayacente, presentando un aspecto bandeado por la presencia de láminas más duras de carbonato.

El cuaternario está representado por depósitos aluviales de escasa entidad relacionados con los arroyos de Matasanos y del Raposo, y por materiales coluviales, igualmente de escaso espesor. Están constituidos por cantos subangulosos de las formaciones próximas, junto con arenas, limos y arcillas de alteración de las pizarras.

Localmente, tanto el balneario el Raposo y sus captaciones, se localizan sobre una débil cobertera pliocuaternaria o aluvial bajo la que se encuentran materiales cámbricos de la Formación Torreárboles que conforman el flanco oriental del anticlinorio Monasterio-Olivenza.

Estos materiales paleozoicos están constituidos por filitas y cuarcitas rojizas y amarillentas con algunos niveles carbonatados intercalados; se presentan en dirección NNO-SSE, con un fuerte buzamiento de 70 ° hacia el Este.

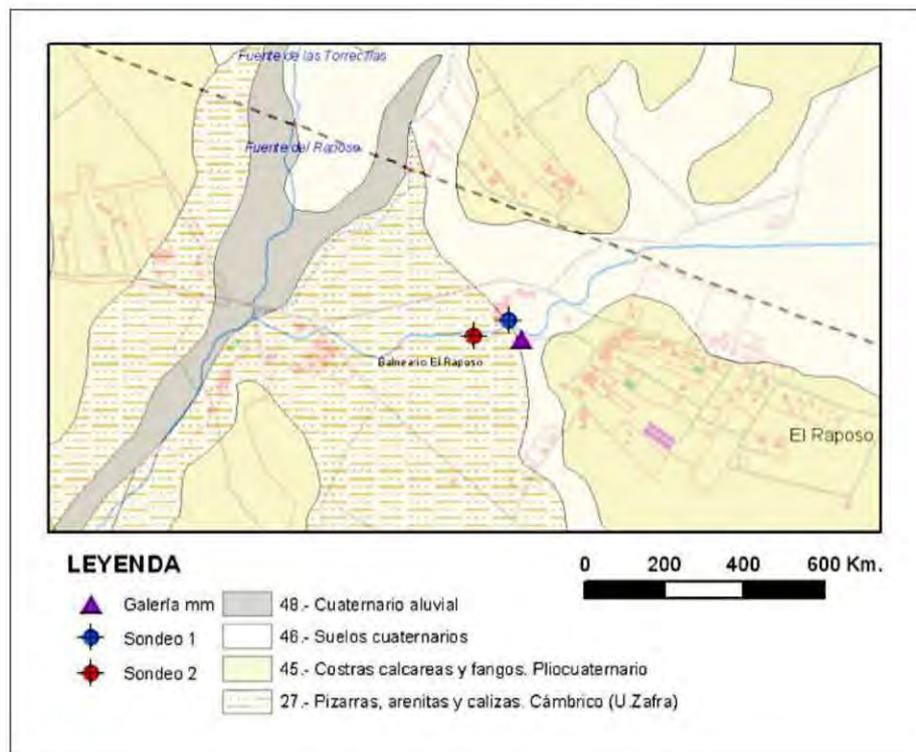


Figura 3.- Geología del detalle.

1. Encuadre hidrogeológico

El balneario El Raposo no se encuentra incluido dentro de ninguna de las unidades hidrogeológicas administrativamente definidas. Aunque se encuentra próximo, a una distancia de un kilómetro al suroeste, de un sector perteneciente a la Unidad Hidrogeológica 04.11 Zafra-Olivenza. Más hacia el norte, a unos 13 kilómetros se encuentra la Unidad Hidrogeológica 04.10 Tierra de Barros.

El acuífero de la Unidad Hidrogeológica 04.11 Zafra-Olivenza, está constituido por las calizas cámbricas del Sinclinorio Zafra-Llerena y por las calizas devónicas tectónicamente en contacto con ellas. Estos materiales presentan una elevada permeabilidad por fisuración y karstificación, a los que se encuentran asociados manantiales significativos, con caudales que en ocasiones llegan a superar los 5 l/s.

2. Hidrogeología local

Los materiales cámbricos del entorno del balneario se caracterizan por presentar muy baja permeabilidad que está asociada a las discontinuidades localmente abiertas existentes en los niveles rocosos más frágiles: niveles cuarcíticos y carbonatados (fisuras, fracturas y planos de estratificación, fundamentalmente).

La zona más superficial de estos materiales paleozoicos se encuentra muy alterada, y junto con los depósitos detríticos pliocuaternarios que los tapizan, con espesores que no llegan a superar los 3 metros, constituyen un acuífero libre de cierta extensión, dotado de permeabilidad media a baja por porosidad en su zona superficial y baja por fisuración en la zona más profunda; permitiendo una cierta circulación hídrica subterránea, que se hace menos intensa, con mayor recorrido y menor velocidad de circulación a medida que se alcanza mayor profundidad.

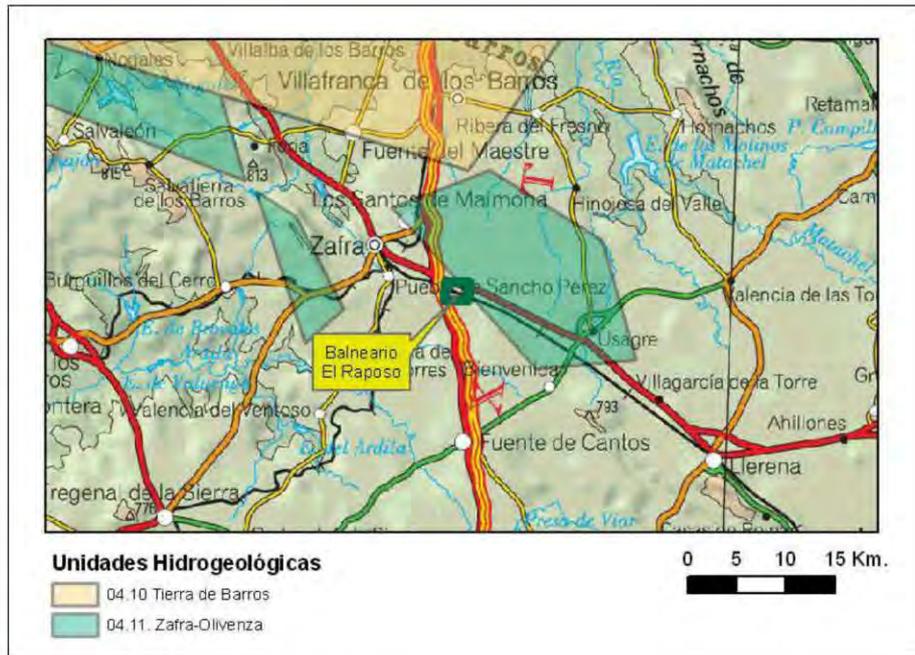


Figura 4.- Unidades hidrogeológicas.

Se trata de un acuífero libre, cuyo nivel está relacionado o condicionado hidráulicamente por los arroyos Matasanos y Raposo.

Su alimentación proviene de la infiltración directa del agua de lluvia; considerando la precipitación y temperaturas medias de la zona, de 538 mm y 16°C, respectivamente, mediante el método de Turc se estima que la lluvia útil en la zona es del orden de 94 mm. Aplicando una infiltración del 60% de esta lluvia útil, se estima para este acuífero una tasa de infiltración del orden de 1.5 l/s por Km².

La descarga natural de este acuífero debe realizarse hacia los cauces de los arroyos Matasanos y Raposo.

La zona superficial detrítica de este acuífero está en conexión hídrica a través de fisuras y discontinuidades que alcanzan profundidades de hasta 40-50 metros, con la zona fisurada que se desarrolla en los materiales paleozoicos, y a la cual alimenta.

3. Captaciones del balneario El Raposo

Las aguas mineromedicinales del balneario El Raposo proceden de una galería de 51 metros de longitud, que parte de un depósito de 3,2 x 2.97 m. en dirección NE. Se trata de una galería embovedada de ladrillos, de 2,12 de anchura, por 2,67 metros de altura, excavada mediante zanja en cuarcitas y pizarras subverticales, y posteriormente embovedada y tapada.

A lo largo de esta galería aparecen surgencias a diferentes cotas, ligadas a fisuras y fracturas de la roca metamórfica, que proporcionan un caudal de explotación de unos 2,5 l/s. Teniendo en cuenta la tasa de infiltración indicada anteriormente, de 1,5 l/s por Km²; el caudal mineromedicinal que aporta esta captación se justificaría con una superficie de 1,6 Km², que constituiría el área de recarga de las aguas mineromedicinales.



Figura 5.- Captación de aguas minero-medicinales.

El balneario cuenta además con dos sondeos de captación de aguas P1 y P2, ejecutados en 1991 y 1995 para casos de emergencia, con 64 y 58 metros de profundidad, respectivamente, excavados en materiales cámbricos y que proporcionan caudales de

extracción de 0,5 y 1,5 l/s, respectivamente y aguas de similar composición a las mineromedicinales, tal y como se puede observar en el diagrama de Piper.

Las aguas mineromedicinales surgen a una temperatura de 16 °C, se trata de aguas mineralizadas que presentan una conductividad de 948 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Según los resultados analíticos realizados por AGMA, en 2008, en el marco del Proyecto “Investigación Hidrogeológica de los Aprovechamientos de Aguas Minerales de Extremadura” realizado por dicha sociedad para la Junta de Extremadura que se resumen en cuadro adjunto, las aguas son de mineralización media, facies bicarbonatada cálcica con un apreciable contenido en cloruros, nitratos y sodio.

Destaca además la presencia de otros componentes minoritarios y oligoelementos, entre los que cabe destacar: níquel (4.69 $\mu\text{g}/\text{l}$), selenio (2.15 $\mu\text{g}/\text{l}$), plomo (0.97 $\mu\text{g}/\text{l}$) y bario (0.42 $\mu\text{g}/\text{l}$).

Tabla 1.- Composición de las aguas minero-medicinales y sondeos de captación.

FECHA	Galería Aguas mm 9/12/2008	P1 16/02/2000	P2 16/02/2000
Conductividad a 20°C ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	948	837	784
cloruros (mg/l)	108	89.3	65.9
sulfatos (mg/l)	29.4	18.5	14.0
bicarbonatos (mg/l)	386	396.6	430.8
carbonatos (mg/l)	0	0	0
nitratos (mg/l)	51.30	30.3	34.6
sodio (mg/l)	56.2	53.4	48.8
magnesio (mg/l)	20.30	10.7	11.2
calcio (mg/l)	140	126.3	129.1
potasio (mg/l)	0	0.0	0.2

FECHA	Galería Aguas mm 9/12/2008	P1 16/02/2000	P2 16/02/2000
nitritos (mg/l)	0	0	0
amonio (mg/l)	0	0.0	0.03
boro (mg/l)	0	0.04	0.0
anhidrido silícico (mg/l)	31.60	29.41	18.85
hierro (mg/l)	0	0.0	0.0
manganeso (mg/l)	0	0.11	0.13

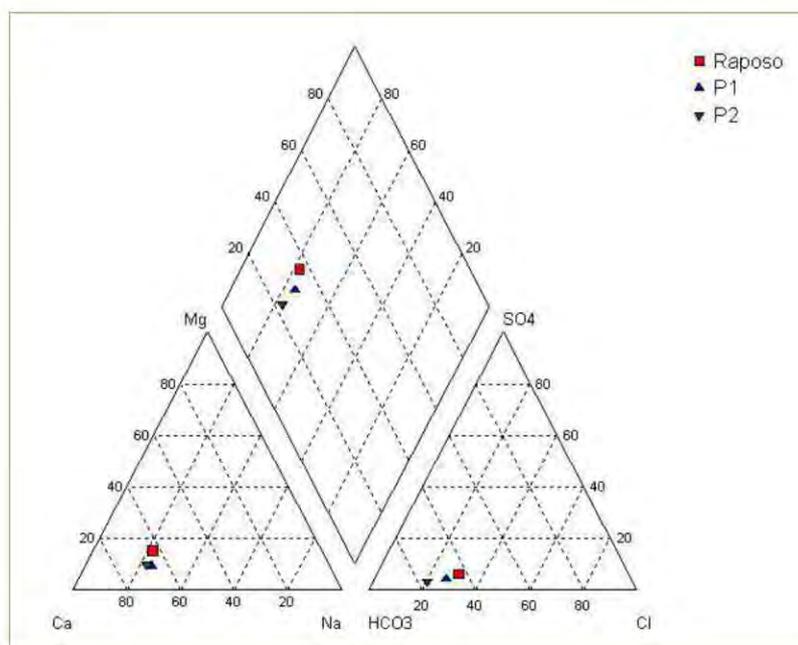


Figura 6.- Diagrama de Piper.

Las aguas mineromedicinales presentan un elevado contenido en nitratos, niveles que según los análisis históricos disponibles se han incrementado en el tiempo (14 mg/l en 1982, 41,2 mg/l en 2000, y 51,30 mg/l en 2008). Estos nitratos proceden de la actividad

agrícola de la zona y llegarían al acuífero por infiltración a través de la cobertera pliocuaternaria y zona de alteración de los materiales paleozoicos.

Es necesario destacar que uno de los principales tratamientos del balneario El Raposo y que le ha dado merecida fama, es la aplicación terapéutica de peloides que se realiza mediante envolturas externas. Se trata de limos, según la clasificación internacional de peloides, que provienen de los sedimentos cuaternarios recientes obtenidos del arroyo Raposo; estos sedimentos se maduran con agua mineral en tanques expuestos al sol, durante 5-8 meses, hasta alcanzar sus características y propiedades.

4. Acuífero y Modelo Hidrogeológico Conceptual

La galería de aguas minero-medicinales, capta un acuífero fisurado constituido por pizarras, calizas y areniscas cámbricas, cuya alimentación procede del agua de lluvia que se infiltra en el acuífero, a través de una zona superficial detrítica de escaso espesor formada por los depósitos pliocuaternarios y zona de alteración más superficial de los propios materiales paleozoicos.

Se trata en todo caso de un acuífero libre, poco permeable, con una circulación más intensa y rápida en la zona superficial porosa, y otra más larga y con mayor tiempo de circulación que se produce a través de fisuras, fracturas y planos de estratificación abiertos que afectan a los materiales más frágiles del Paleozoico. Este acuífero drena de forma natural a los cauces de los arroyos de Matasanos y El Raposo, este último situado en las inmediaciones del Balneario.

Aunque el acuífero está alimentado fundamentalmente por la infiltración del agua de lluvia, tras atravesar un rico horizonte de suelos y depósitos pliocuaternarios de una zona agrícola que aporta nitratos al agua del acuífero, no se descarta que puedan existir además aportes subterráneos laterales procedentes de las calizas devónicas situadas al noroeste.

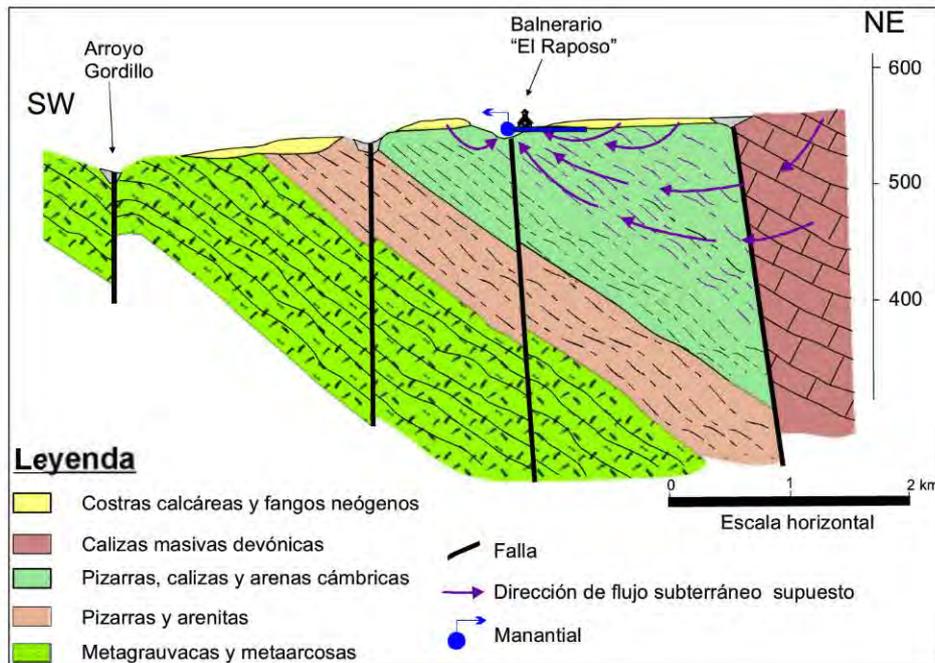


Figura 7.- Esquema hidrogeológico conceptual.

La composición fundamentalmente bicarbonatada cálcica de sus aguas, parece indicar que la circulación preferencial podría producirse a en buena parte a través de los niveles carbonatados intercalados en la serie Cámbrica.

El nivel piezométrico se encuentra muy próximo a la superficie y dada la escasa permeabilidad de los materiales acuíferos, en condiciones naturales (sin explotación) debe mantenerse aproximadamente paralelo a la superficie topográfica, descargando hacia los cauces de los arroyos Matasanos y El Raposo que constituyen sus ejes de drenaje.

Los valores de transmisividad del acuífero, según las pruebas de bombeo realizadas en los sondeos durante el estudio para la definición del perímetro de protección del balneario, se encuentran comprendidos entre 1-2 m²/día y 25 m²/día, con valores de permeabilidad del orden de 4-5 x 10⁻⁶ m/s.

5. Perímetro de Protección

Las aguas mineromedicinales del balneario El Raposo y el acuífero que las sustenta son muy vulnerables frente a la contaminación, debido a que se alimentan fundamentalmente por agua de lluvia tras su infiltración en suelos y otros materiales cuaternarios porosos de escaso espesor.

El riesgo de contaminación que presentan sus aguas es debida casi exclusivamente a la actividad agrícola que se desarrolla en la zona, cultivos de olivar, viña y cereales de secano, que han generado una débil contaminación difusa por nitratos, al igual que sucede en la mayor parte de los acuíferos situados en zonas agrícolas.

Las aguas mineromedicinales del balneario El Raposo, se encuentran protegidas mediante un Perímetro de Protección, otorgado el 14 de junio de 2002, que ocupa una superficie de 449.28 has y afecta a los términos municipales de Puebla de Sancho Pérez y Usagre. El perímetro se encuentra definido por la superficie delimitada por los siguientes vértices:

Tabla 2.- Vértices que delimitan el Perímetro de Protección de El Raposo.

Vértice	Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)	Huso
1	735.322,88	4.253.089,83	29
2	735.376,94	4.251.239,98	29
3	732.949,96	4.251.169,44	29
4	732.896,46	4.253.019,27	29

Este perímetro de protección se definió aplicando el radio de influencia (295 m) para protección en cantidad, y una combinación de los métodos de Jacobbs & Bear y Albinet para protección a la calidad.

Dentro del perímetro de protección y siguiendo la nomenclatura habitual se distinguen dos zonas:

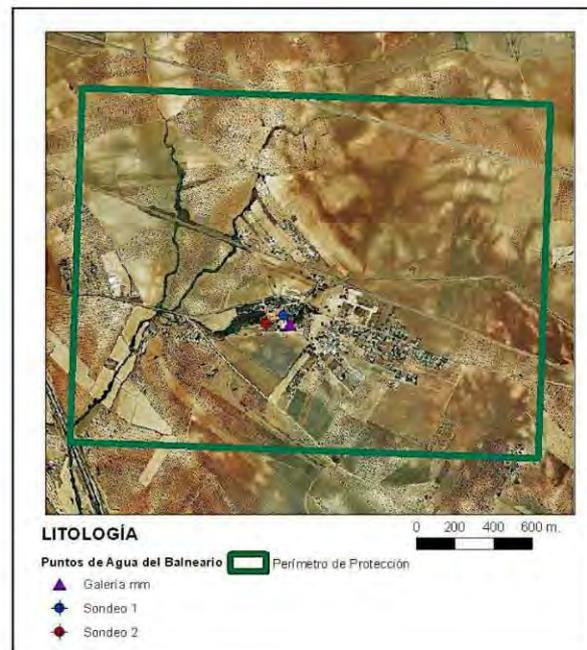


Figura 8.- Perímetro de protección.

1. La zona inmediata de protección que comprende las captaciones actualmente aprovechadas y un entorno inmediato de 10-20 m donde se aplican restricciones absolutas, impidiendo cualquier tipo de actividad.
2. La segunda zona, denominada zona próxima, está constituida por el resto del perímetro de protección solicitado y comprende un área de extensión suficiente que asegura la protección de las aguas del balneario, en la que se impiden actividades que puedan dar lugar a una alteración de la calidad de las aguas y en la que se realiza una labor periódica de vigilancia.

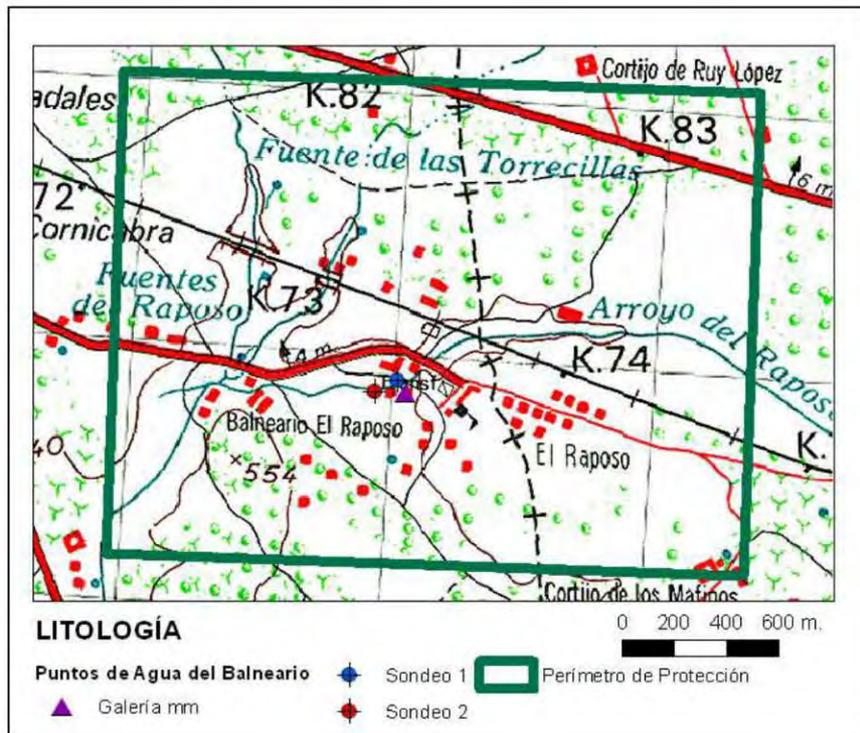


Figura 9.- Perímetro de protección.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agua y medioambiente asesoria industrial, sl (agma) (2008). Investigación hidrogeológica de los aprovechamientos de aguas minerales de Extremadura (inédito).
2. Alcalde, C (1998). Las aguas minerales de Extremadura. Publicaciones Museo de Geología de Mérida, nº 5, pág. 17-26.
3. Consejería de Economía, Industria y Comercio de la Junta de Extremadura (2003). Recursos mineros de Extremadura. Las aguas minerales.
4. Consejería de Industria y Turismo de la Junta de Extremadura (1992). Investigación e Inventario de manifestaciones geotérmicas en Extremadura (Cáceres y Badajoz).
5. Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). Memoria de las Hojas geológicas nº 854 “Zafra” y 876 “Fuente de Cantos”.
6. TRT (2000). Estudio para la definición del perímetro de protección del balneario El Raposo (inédito).

ESTUDIO VII

Suelos del entorno del Balneario

- Antonio López Lafuente^{1*}, M^a Isabel Hernando Masanet¹, Concepción González Huecas¹, Ana de Santiago Martín¹ y Francisco Monturiol Rodríguez²

¹Departamento de Edafología, Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Plza. Ramón y Cajal s/n. 28040 Madrid. ²Instituto de Ciencias Ambientales CSIC. España. lopezlafuente@farm.ucm.es

RESUMEN

Se presenta el estudio de tres suelos desarrollados a partir de diferentes materiales pertenecientes al Cámbrico y al Cuaternario, en los alrededores del balneario “El Raposo”, provincia de Badajoz. Dos de ellos (perfil P-I y P-II) formados sobre pizarras, arenitas y calizas, y perfil P-III formado sobre sobre costras calizas altamente degradadas, bajo clima Mediterráneo. Se evaluaron las propiedades morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de los suelos. Los perfiles derivados de pizarras y arenitas presentaron horizontes superficiales influenciados por la actividad agraria que en ellos se desarrollan (cultivo de cereal y olivo), con estructura de granular a poliédrica y bajo contenido en C orgánico, texturas medias-finas, elevados contenidos en carbonato cálcico equivalente y saturados. El perfil P-III, dedicado al cultivo de viñedo, presenta color rojo con textura arcillosa, está descarbonatado y con un grado de saturación en bases >50%.



1. INTRODUCCIÓN

Describir los suelos mas significativos que forman parte del paisaje que rodean los balnearios es otro de los capítulos que constituye la monografía que desde hace años realiza la Real Academia Nacional de Farmacia sobre Balnearios Españoles. Para llevarlo a cabo, en el caso del Balneario de “El Raposo”, hemos realizado el estudio en las proximidades del recinto, de forma que se pueda analizar algunos aspectos morfológicos de los suelos circundantes, y describir la percepción que el visitante tiene cuando llega a la zona.

Una de las muchas definiciones de paisaje que se puede encontrar en la literatura especializada la proporciona González Bernáldez en su libro *Ecología y Paisaje* (1) donde se define como: “porción de la superficie terrestre, provista de límites naturales, en los cuales los componentes naturales (roca, relieve, clima, aguas, suelos, vegetación, mundo animal) forman un conjunto de interrelación e interdependencia”. A esta definición hay que añadir el concepto de imagen y percepción sensorial (2), para entender que el paisaje no solo es el conjunto de elementos que constituyen un ecosistema, sino también, la sensación que percibimos cuando se contempla.

El Balneario de “El Raposo” está rodeado de terrenos llanos con escasas formaciones onduladas, constituidas por pequeñas colinas y ligeras depresiones que hacen de la zona un lugar donde las modificaciones topográficas se realizan por intervención del hombre. Muy estudiados estos suelos desde el punto de vista de su uso (3), se centra este trabajo en el análisis de su génesis, para lo cual, se determinan las propiedades que mas intervienen en su formación.

Este trabajo tiene, por tanto, un doble objetivo, por un lado, analizar las características generales de los suelos más representativos que se encuentran en el término municipal de Sancho Pérez, y de otro, describir los perfiles que rodean el Balneario.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Balneario “El Raposo” se localiza en el término municipal de Puebla de Sancho Pérez del partido judicial de Zafra del que se encuentra a tan solo 8 Kms. Es un término de 5.606 hectáreas, es decir, más bien pequeño y cuya superficie tiene forma trapezoidal lindando al norte con el municipio de Santos de Maimona, al este con el de Usagre, al sur con el de Medina de las Torres y al oeste con el de Zafra. Su población en el año 2011 era de 2.878 habitantes.

Sintetizando mucho los factores que confluyen en la formación de los suelos en este término, se puede decir que morfológicamente se distinguen tres paisajes distintos. Por un lado lo que se denomina “Sierras” y que en este municipio se sitúan en muy pequeña extensión en el extremo nordeste del mismo. Forman parte de ellas, la llamada Sierra de los Santos y cuyo pico más alto tiene 643 metros de altitud. Esta sierra está formada por materiales duros, como son las calizas masivas devónicas y las calizas marmóreas del Cámbrico. Al oeste, fuera del municipio, se encuentra Sierra de Castellar, constituida por restos de la antigua penillanura post-oligocénica que desmantelada dio lugar a una nueva llanura a unos 100 ó 200 metros por debajo de la anterior, y que constituye el paisaje que podríamos llamar “los llanos”. Están formados estos, por materiales diversos como pizarras, arenitas e intercalaciones de calizas grisáceas y blancas, pertenecientes al Cámbrico.

Posteriormente y ya en época pliocuaternaria nuevos procesos erosivos conducen al tercer espacio que llamamos “colinas”, paisajes ondulados con colinas y depresiones, territorio formados principalmente por materiales sedimentarios a veces carbonatados, que en su masa muchas veces incluyen costras calizas, con potencia media entre los 50 y 100 centímetros. Por lo general estas costras hacia abajo pierden contenido en carbonato y muchos investigadores, como los que elaboraron la hoja 854 “Zafra” del mapa geológico de España E.1:50.000 (4), creen que se formaron en un clima árido estacional con un nivel piezométrico muy próximo a la superficie.

Respecto a otros factores como el clima y la vegetación, los auténticos especialistas ya lo tratan en otros capítulos de esta monografía sobre el Balneario de El Raposo. De todas formas, y haciendo referencia al trabajo realizado hace tiempo por un equipo del extinto Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C.S.I.C., titulado “Estudio de los suelos de la Tierra de Barros” (5), indicaremos que el clima de la zona de la Puebla de Sancho Pérez, se puede englobar en el área de climas mediterráneos con un grado de continentalidad atenuado por la influencia atlántica, y como dice Rivas Godoy (6), al estudiar las comunidades vegetales en Extremadura, a pesar de tener Badajoz 20°C como índice de higr continentalidad, el índice de aridez (P/T +10) modifica el carácter oceánico.

Aplicando la clasificación agroecológica de Papadakis (7), para conocer el desarrollo de los distintos cultivos, se definen los tipos de verano e invierno, que para esta zona de Badajoz, es de inviernos tipo Avena y veranos tipo Arroz. También en estos trabajos se ha empleado el índice de Turc (1955) (8) que indica la potencialidad agroclimática de una región, con unos valores para el término de Puebla de Sancho Pérez de 10 a 20 para el secano que equivale entre 6 y 12 toneladas de materia seca por hectárea y año. Y para terminar con estas consideraciones sobre el clima, decir que si importante es el clima atmosférico en la formación y desarrollo posterior de los suelos, igualmente importantes son los regímenes de humedad y temperatura del suelo hasta el punto que algunas clasificaciones como la Soil Taxonomy (9) ya lo contempla incluso al nivel de Orden. Y en este sentido Lázaro y colaboradores (10), siguiendo las ideas de Newhall (11) y de Tavernier y Van Wambekr (12), elaboraron para España un mapa en el que los suelos de esta región de Zafra poseen un régimen de humedad “xérico” y un régimen de humedad “mésico”.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Características de los suelos y muestreo

Las muestras se recogieron en suelos con características diferentes, siendo el criterio de muestreo las variaciones encontradas en el material litológico y la vegetación introducida. Se han abierto tres perfiles en cada una de las parcelas seleccionadas y se analizaron, en función de su uso, los horizontes superficiales y subsuperficiales. Para efectuar los análisis hemos elegido el suelo más representativo de cada una de las parcelas. Los tres suelos descritos están situados a altitudes entorno a los 380 m y en posiciones fisiográficas de llanura (Tabla 1).

Tabla 1.- Descripción del entorno físico en el que se localizan los suelos.

Perfil	Material original	Coordenadas	Altitud (m) snm†	Fisiografía	Pendiente (%)	Orientación	Vegetación	Uso
I	Pizarras Calizas Arenitas cámbricas	38°23'15''N 6°19'12''W	415	Planicie	Plano (1%)	NE	gramíneas	Cereal de secano
II	Pizarras Calizas cámbricas	38°23'03''N 6°19'02''W	420	Planicie	Plano (3%)	NW	herbáceas	Olivar
III	Calizas cámbricas	38°23'22''N 3°19'12''W	435	Planicie	Plano (2%)	N	herbáceas	Viñedo

† snm, sobre el nivel del mar

El Perfil I, se tomó frente a la entrada principal del Balneario en una finca dedicada al cultivo del cereal, se desarrolla sobre materiales Paleozoicos formados por pizarras, calizas y arenitas (Foto 1). El Perfil II corresponde a la zona de vaguada a 500 m del edificio



del Balneario, junto a la vía del tren, suelo dedicado al cultivo del olivar y desarrollado sobre calizas y pizarras (Foto 2). El perfil III situado en zona de viñedo a 2 km del Balneario junto a la carretera nacional 432, desarrollado sobre calizas (Foto 3). En el momento de la toma de muestras los suelos se presentan bien drenados, húmedos en su totalidad y todos ellos labrados.



Foto 1.-Entorno del Perfil I.



Foto 2.- Entorno del Perfil II.



Foto 3.- Entorno del Perfil III.

3.2. Análisis de suelos

Las muestras, de acuerdo con los métodos para análisis de suelos propuestos por International Soil Reference and Information Center (13), se secaron a temperatura ambiente y se tamizaron a través de una malla de 2 mm para separar la “tierra fina”. Sobre ésta fracción se realizaron los diferentes análisis para su caracterización edáfica, escogiéndose las técnicas instrumentales más adecuadas en cada caso.

El análisis del tamaño de partícula se llevó a cabo previa oxidación de la materia orgánica con peróxido de hidrógeno, la dispersión de las muestras se realizó con hexametáfosfato de sodio y agitación durante 8 h. La fracción arena se separó por tamizado, las fracciones limo y arcilla se determinaron utilizando el método de la pipeta de Robinson (14).

El pH fue medido en una suspensión suelo:agua con una relación 1:2,5 (13). La conductividad eléctrica se midió en una suspensión agua:suelo con una relación 1:5 (13). El CaCO_3 se determinó utilizando el calcímetro de Bernard. El carbono orgánico se cuantificó por oxidación húmeda (15). El nitrógeno total se determinó usando el método Kjeldahl (16). La capacidad de cambio catiónico se extrajo con una solución de 1M NH_4OAc a pH 7.0 (13). Los cationes fueron cuantificados por Espectroscopía de absorción atómica usando un Analytikjena NovAA 300 (Ca y Mg) y por Espectroscopía de emisión de llama utilizando un Sherwood 410 (Na y K). Se realizaron dos réplicas de cada uno de los análisis y los valores medios obtenidos fueron empleados para los cálculos.

La composición mineralógica de las muestras de rocas y las fracciones de arcilla fueron examinadas por difracción de rayos X (DRX) utilizando un equipo EQ 0434520 31 02 (X'Pert MPD) (se realizaron análisis continuos de 3-60° y con una velocidad de 0,04° por segundo). Las rocas fueron estudiadas en polvo orientado azar. Las muestras de la fracción de arcilla se analizaron después de diversos tratamientos: secadas al aire, calcinadas a 550 °C durante dos horas y solvatadas con etilen- glicol (17).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Propiedades morfológicas y físicas de los suelos

Tabla 2.- Propiedades morfológicas de los suelos seleccionados.

Hzt.	Prf. (cm)	Color Munsell (húmedo)	Text.†	Etruct.¶	Consist. (húmedo)	Fragmts. rocosos††	Otras propiedades	Límite
Perfil I								
Apk	0-15	10YR 6/4	fra	gr	friable	1G	Abundantes raíces finas y medias. Abundantes nódulos calizos.	Gradual y plano
Ak	15-35	10YR 7/3	fra	psb	friable	1G		
Perfil II								
Ap	0-25	10YR 4/3	ar	psb	fuerte	3GS	Abundantes raíces finas y medias. Escasos nódulos calizos	Difuso y plano
Bw	25-55	10YR 5/4	ar	psb	fuerte	1G		
Perfil III								
Ap	0-18	5YR 4/4	ar	pa	fuerte	2G	Abundantes raíces finas y medias.	Gradual y plano
Bt	18-40	5YR 4/6	ar	pa	fuerte	1G		

† Textura: fra, franco arcillo arenosa; ar, arcillosa.

¶Estructura: gr, granular; psb, poliédrica subangular; pa, poliédrica angular.

†† Fragmentos rocosos: 1, 2 y 3 corresponde a la cantidad < 5%, 5-15% y 15-50%, respectivamente, G, tamaño grava; GS, tamaño mezcla de grava y piedra.

Los suelos seleccionados presentan, como elemento común, graves problemas de erosión. El hecho de tener un uso mayoritariamente agrícola, ha modificado la topografía y la vegetación, así como los contenidos de materia orgánica en superficie. El problema de la erosión se intensifica en cultivos leñosos como es el caso del viñedo o el olivo, debido a que

los suelos están desprovistos de vegetación durante largo tiempo. El laboreo altera los agregados, y elimina la cubierta vegetal, lo cual termina agravando los procesos de degradación (18).

La morfología del Perfil I (Tabla 2), se caracteriza por presentar unos colores claros que van desde los pardos claros en superficie a los pardos muy claros en el horizonte subyacente, el ligero incremento de materia orgánica en superficie justifica la diferencia de color. La alteración de pizarras, arenitas y caliza, que constituye el material de partida, determina la tonalidad de estos suelos, muy abundantes en la zona de estudio (Foto 1). El Perfil II desarrollado a partir de calizas y pizarras, presenta un color pardo oscuro en superficie que se hace pardo amarillento, cuando profundizamos. La alteración de las pizarras y la presencia de nódulos carbonatados influyen en el cambio de tonalidad (Foto 2). El Perfil III de colores pardo rojizo en superficie, a rojo amarillento en el horizonte Bt, está condicionado por los procesos de descarbonatación, con lavado de arcillas y posterior rubefacción, típico de estos suelos formados a partir de calizas. La tonalidad rojiza, muy extendida en la comarca, imprime al paisaje unas condiciones estéticas que la caracteriza (Foto 3).

Las texturas y estructuras presentan pocas diferencias en los distintos suelos, hay un predominio de las texturas finas con ligeras variaciones al profundizar (Tabla 3). El laboreo al que son sometidos estos suelos condiciona sus propiedades físicas, sobre todo en superficie. El Perfil I tiene una textura homogénea con ligero descenso en el horizonte subyacente, está mejor estructurado en profundidad, poliédrica subangular, y presenta una consistencia friable, el paso gradual entre ambos horizontes refleja la homogeneidad de todo el suelo. Las texturas arcillosas del Perfil II, junto a una estructura poliédrica subangular, son las características físicas de este suelo. El incremento de arcilla al profundizar refleja el mayor grado de alteración con la formación del horizonte Bw. La abundancia de pegregosidad en superficie, de tamaño variable, es debida a la posición fisiográfica en el que se encuentra el perfil, zona de ligera vaguada al final de una pendiente cóncava. El Perfil III de textura arcillosa, con un aumento próximo al 20% en el horizonte Bt, junto a una

estructura poliédrica subangular y una consistencia fuerte, nos indica una fuerte alteración y complejos procesos edáficos para su formación.

4.2. Propiedades Químicas de los Suelos

Tabla 3.- Análisis textural y carbonato cálcico de los suelos seleccionados.

Hrzt.	Prf. cm	Análisis textural †				CaCO ₃ Eq g kg ⁻¹
		Aren a grues a	Aren a fina	Lim o	Arcill a	
		%				
Perfil I						
Apk	0-15	31	22	15	32	264.3
Ak	15-35	9	55	11	25	231.6
Perfil I						
Ap	0-25	21	17	15	47	172.1
Bw	25-55	16	19	12	53	164.3
Perfil III						
Ap	0-18	14	20	15	51	9.7
Bt	18-40	11	14	12	63	8.5

† Análisis textural; arena gruesa <2000-200 μm; arena fina <200-20 μm; limo <20-2 μm, arcilla <2 μm

Los suelos seleccionados presentan unos pH próximos a la neutralidad, con valores que oscilan entre 6.2 y 8.2 (Tabla 4).

En los suelos desarrollados sobre materiales del cámbrico (pizarras, arenitas y caliza), Perfiles I y II, el valor medio de pH está en torno a 8 con ligeros aumentos en profundidad, por lo que se trata de suelos básicos. La influencia de los ácidos orgánicos

procedentes de la alteración que sufre la escasa cubierta vegetal, sobre todo en primavera, provoca el ligero descenso que encontramos en superficie, mientras que los valores por encima de 8 alcanzados en profundidad están asociados a la presencia de materiales básicos procedente de la alteración de las calizas del cámbrico, y la posible contaminación de carbonatos procedentes de las costras calizas del pliocuaternario. El Perfil III, presenta unos pH en torno a 6, lo que les confiere un carácter ácido. Esto es debido, a los procesos de descarbonatación y posterior lavado de arcillas que han tenido lugar para su formación.

El contenido en C orgánico de todos los suelos diferencia los horizontes superficiales, con valores que oscilan entre 15,4 y 11,3 g kg⁻¹, decreciendo notablemente al profundizar. Las variaciones en el N siguen la misma evolución del C orgánico lo que sugiere que las formas orgánicas del N son las que predominan en estos suelos.

Tabla 4.- Algunas propiedades químicas de los suelos seleccionados.

Horz.	Prof. cm	pH H ₂ O	CE† dS m ⁻¹	Materia orgánica		CEC	Bases extraíbles				SATB %
				C g kg ⁻¹	N		Ca	Mg	Na	K	
Perfil I											
Apk	0-15	7.8	0.230	15.4	1.8	23.9	22.2	4.7	0.2	0.8	sat.
Ak	15-35	8.2	0.242	12.3	0.9	28.6	22.7	3.7	0.2	0.4	sat.
Perfil II											
Ap	0-25	7.9	0.101	12.3	1.2	24.2	33.0	5.6	0.3	0.4	sat
Bw	25-55	8.1	0.111	10.1	0.8	30.7	32.8	6.6	0.4	0.3	sat
Perfil III											
Ap	0-18	6.2	0.142	11.3	1.4	22.8	9.8	1.7	0.4	0.3	53.07
Bt	18-40	6.3	0.133	5.2	0.7	18.3	11.7	1.5	0.3	0.3	75.40

†Conductividad eléctrica

¶ Capacidad de cambio catiónico

El valor del CEC está comprendida entre 23,8 y 22,9 $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$ en los horizontes superficiales, aumentando al profundizar, en los Perfiles I y II. La acumulación de arcilla determina esta diferencia, lo que indica que es el contenido en los coloides inorgánicos, y no la materia orgánica quien tiene mayor influencia en el complejo de cambio. El grado de saturación en los dos suelos es saturado, con un predominio del calcio entre los cationes de cambio. En el Perfil III, los valores de la capacidad de cambio están próximos en ambos horizontes, con un ligero descenso al profundizar. La presencia de altas proporciones de arcilla pone de manifiesto su mayor influencia en el complejo de cambio. Entre las bases de cambio, predomina el catión calcio; en todos los casos, hay una gran diferencia entre los contenidos de Ca^{2+} y los de Mg^{2+} , esto se explica por la menor retención que tiene, este elemento, para fijarse a la superficie del complejo de adsorción, por lo que resulta fácilmente disponible para las plantas o es lavado por las aguas de lluvia. El grado de saturación es elevado pero sin llegar a la saturación, lo que muestra el proceso de lavado que ha existido en este suelo.

4.3. Análisis mineralógico

Tabla 5.- Componentes minerales de las fracciones arcillas determinadas por difracción de rayos-x.^a

Perfil Horizonte	Mica- ilita	Caolinita	Clorita	Esmectita	Lepidocrocita	Cuarzo	Calcita
<i>Perfil P-I</i> Ap	++++	traza	nd	nd	nd	++++	+
<i>Perfil P-II</i> Ap	++	+	++	++++	nd	+++	++++
<i>Perfil P-III</i> Ap	++++	+	nd	nd	traza	+++	traza
AC	++++	+	nd	nd	traza	+++	nd

Los resultados del análisis mineralógico de la fracción arcilla de los suelos seleccionados se resumen en la Tabla 5. En todos los suelos encontramos como minerales comunes, presencia de caolinita y de micas-ilitas, con proporciones variables. Como

minerales no filosilicatados aparece calcita en los Perfiles II y III, el cuarzo está presente en los tres suelos.

El Perfil I se caracteriza por presentar micas-ilitas como filosilicatos más abundantes de la fracción arcilla con fuertes reflexiones a 0.98 nm y 0.49 nm en agregados orientados que se intensifican cuando calentamos las muestras a 550°C. La presencia de caolinita se pone de manifiesto por la pequeña reflexión a 0.72 nm en agregados orientados que desaparece cuando sometemos las muestras a tratamiento térmico. La reflexión a 0.33 nm nos indica la presencia de cuarzo. La calcita solo aparece en trazas. Esta composición mineralógica pone de manifiesto que el suelo está poco evolucionado dado que son minerales heredados del material original. Este hecho, junto con las condiciones climáticas de la zona, corrobora que la alteración mineral es limitada (Figura 1).

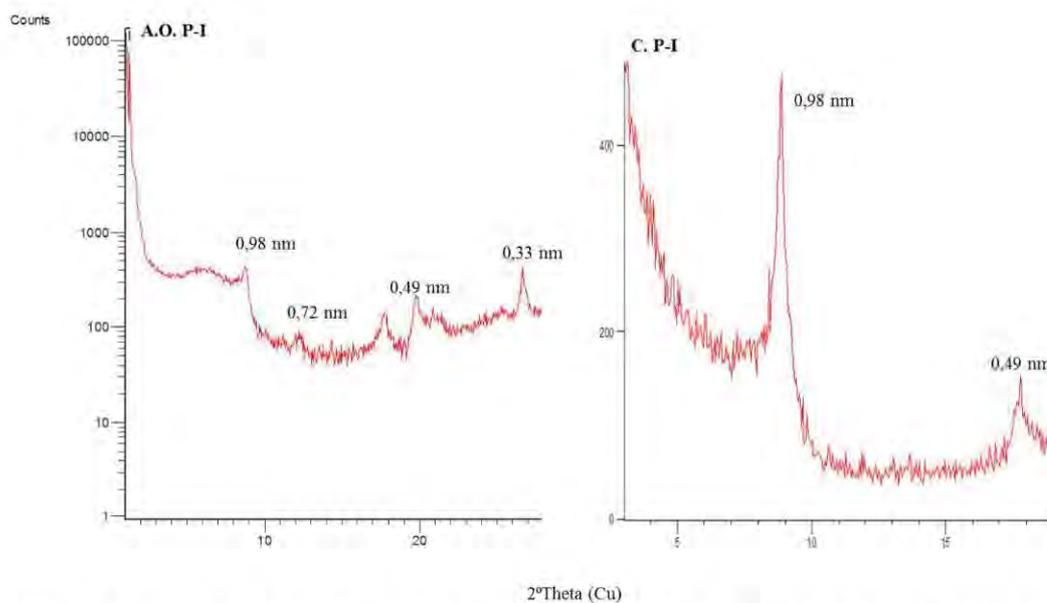


Figura 1.- Difracción de rayos-X en muestras de arcilla orientada y calcinada del perfil P-I (CuK α radiación).

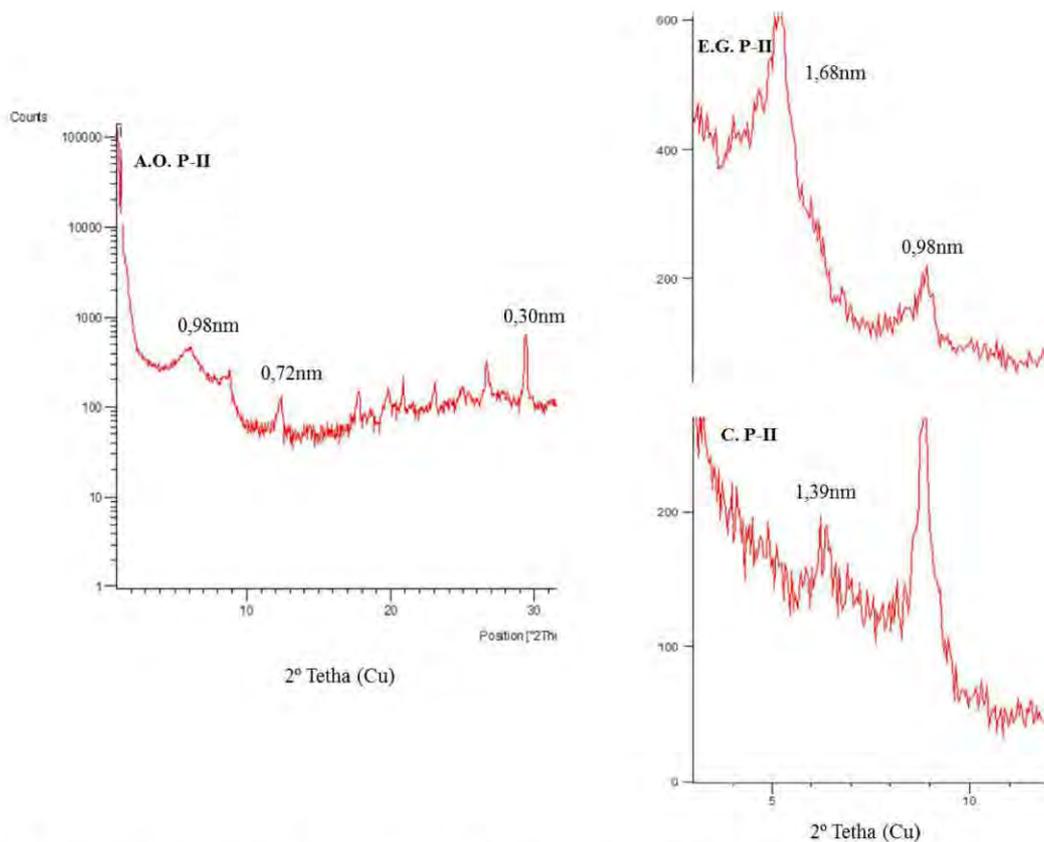


Figura 2.- Difracción de rayos X en muestras de arcilla orientada, calcinada y solvatadas con etilén glicol del perfil P-II (CuK α radiación).

Las observaciones efectuadas en los difractogramas de rayos-X de la fracción arcilla del suelo desarrollado sobre pizarras y calizas cámblicas (Perfil II) ponen de manifiesto que los filosilicatos 2:1 son los minerales de arcilla mayoritarios, con fuertes reflexiones a 0.99 nm y 0.33 nm. Su presencia en roca demuestra que los filosilicatos 2:1 en los suelos estudiados proceden del material original y no son neoformados.

González et al. (19) analizando una cronosecuencia de suelos desarrollados en ambientes diapíricos de España, donde se entremezclan materiales ígenos (ofitas) y sedimentarios y con un clima similar al de la zona de estudio, atribuyeron el origen y la génesis de los filosilicatos 2:1, en la fracción arcilla de los suelos, a la herencia (productos de alteraciones hidrotermales en los minerales primarios de la roca) y no a procesos

pedogénicos *in situ*, puesto que los factores formadores de este suelo y el ambiente alcalino que presenta limita la alteración mineral. Cabe destacar la existencia de minerales a 1.4 nm formados por intergrados vermiculita-clorita junto a presencia de esmectita. Estos minerales se ponen de manifiesto por la aparición de un hombro de difracción entre 1.2 nm y 1.4 nm en agregados orientados que tras el tratamiento térmico (550 °C) disminuye su intensidad remarcando el efecto a 1.4 nm característico de clorita y vermiculita. El fuerte hinchamiento que se produce cuando tratamos las muestras con etilén-glicol indica la que son las esmectitas los minerales más abundantes de los filosilicatos 2:1. Esta asociación es frecuente en ambientes ricos en cationes alcalinotérreos (Figura 2).

El grupo de minerales 2:1 hinchables no fue detectado en la fracción mas fina del perfil P-III, dentro de los minerales no laminares solo se identificó cuarzo. La presencia en trazas de calcita en el horizonte superficial y su ausencia en horizontes más profundos, mineral principal en el material original, confirma la génesis de este suelo. Como minerales más abundantes se han identificado el grupo mica-ilita. La pequeña simetría de sus reflexiones muestra el moderado grado de cristalinidad de estos minerales. Es de destacar la presencia de lepidocrocita con una clara y simétrica reflexión a 0.618 nm (Figura 3).

4.4. Edafogénesis y clasificación

Los tres perfiles de suelos que se presentan responden en general a los principales aprovechamientos que se dan en el término. Hay muy poco regadío de tal forma que el 98 por ciento de la superficie lo ocupan los cultivos de secano distribuidos aproximadamente entre un 55% para lo que se llaman labores sin arbolado, fundamentalmente cereales de invierno, principalmente trigo y cebada; un 28% dedicado al olivar con las variedades morisca y carrasqueña, ésta para el empleo de las olivas en verde como aderezo y un 15% ocupado por el viñedo principalmente para uva blanca de mesa. El 2% restante se reparte un 0,5% para pastizales y el resto un 1,5% son matorrales o espacios improductivos.

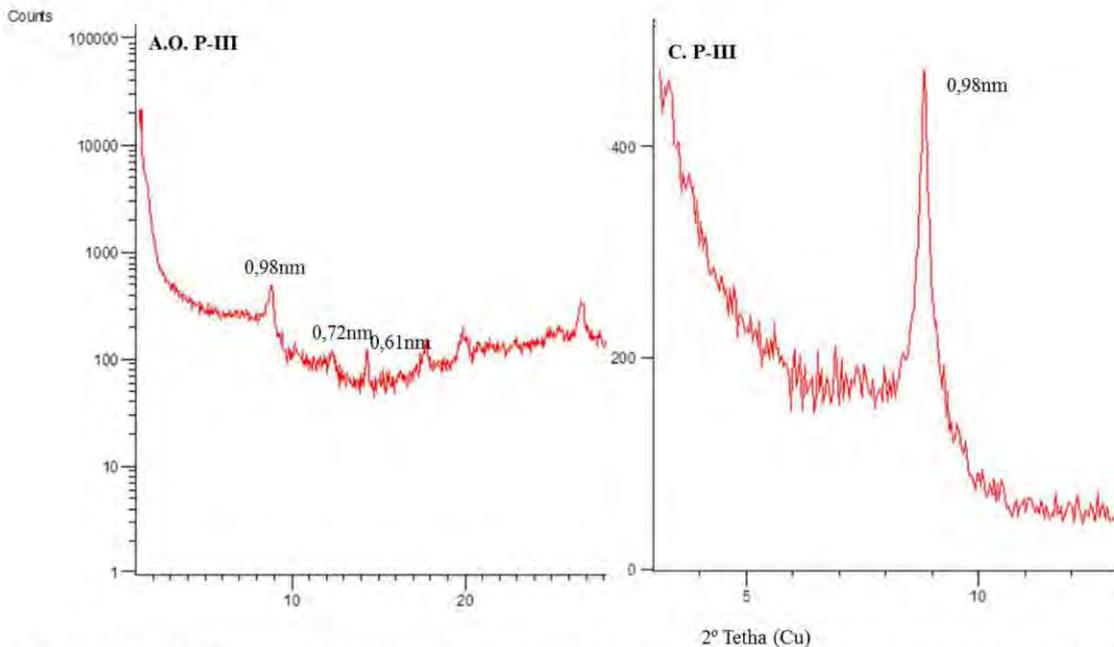


Figura. 3.- Difracción de rayos X en muestras de arcilla orientada y calcinada del perfil P-III (CuK α radiación).

La zona mas extensa del término, como se ha dicho, la ocupan las labores intensivas y se sitúan en la parte occidental que a su vez coincide con la mayor extensión de las pizarras cámbricas y con lo se entiende como depósitos sedimentarios y arrastres de ladera abundante por la zona oriental. Seguramente estos suelos quedarían representados mediante el Perfil I que podríamos clasificar como “Typic xerorthen” según la taxonomía americana o como Regosol calcárico si empleamos la clasificación FAO.(1989) (20).

El olivar coincide con los suelos más profundos y le encontramos en el sur y sureste del término representado por el Perfil II que al presentar un horizonte Bw de tipo cámbico pero al apreciarse un cierto lavado de arcilla y también alguna de las propiedades de los vertisoles quedaría como un “Vertic xerochrept “ en la taxonomía americana o como Cambisol vértico en la FAO. Por último, el viñedo se concentra más hacia el nordeste y muchas veces en posiciones de ladera y sobre materiales pliocuaternarios que incluyen muchas veces costras calizas. Coinciden con el Perfil III, suelos rojizos con emigración y

lavado de la arcilla y descarbonatados. Tienen horizonte Bt y se pueden clasificar según la Taxonomy americana como “Typic rhodoxeralf” y cuando en el subsuelo aparece la costra caliza serían “Petrocalcic rhodoxeralf” En la clasificación FAO quedarían como Luvisoles crómicos o Luvisoles petrocálcicos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y por la Comunidad de Madrid (CAM) a través del Grupo de Investigación 950605 y la Red CARESOIL, Ref. P2009/AMB-1648.

BIBLIOGRAFÍA

1. González Bernáldez, F. (1981) *Ecología y Paisaje*. Blume, H., Ed.; Madrid,;p.250.
2. Díaz Pineda, F. (1973) *Terrestrial ecosystems adjacent to large reservoirs. Eco-survey and diagnosis*. International Commission. On large Dans. XI Congress,.
3. Almendro, J.P.; López-Piñero, A.; García, A.; Cabrera, J.; Nunes, M.R. (2007) Nivel de fertilidad de los suelos de la Comarca de Tierra de Barros (Extremadura, España). *Edafología* 14, 1-8.
4. Garrote Ruiz, A; Liñán Guijarro, E; Perejón Rincón, A.; Vargas Alonso, I. (1983) *Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Hoja nº 854 (Zafra)*. IGME, MIE; Madrid.
5. Hernando, V; Guerra, A. (1980) *Estudio de los suelos de la Tierra de Barros*. Instituto de Edafología y Biología vegetal. C.S.I.C. Madrid.
6. Rivas Goday, S. (1946) *La aridez e higr continentalidad en las provincias de España y su relación con las comunidades vegetales climáticas*. *Anales del Jardín botánico* 7:501-511.
7. Papadakis, J. (1980) *Ecología y manejo de cultivos, pasturas y suelos*. Albatros, Ed.; Buenos Aires.
8. Turc, L. ; (1955) *Le bilan d'eau des sols. Relations entre les precipitations, l'évaporation et l'écoulement*. *Ann.Agron.* 5, 491-495.
9. Soil Survey Staff; *Soil Taxonomy. Handbook nº 436*. (1975) Soil Conservation Service. USDA; Washington D.C.
10. Lázaro, F.; Elias, F.; Nieves, M. (1978) *Régimen de humedad de los suelos de la España peninsular*. I:N:I:A: Ed.; Madrid.
11. Newhall, F. (1976) *Calculation of soil moisture regimes from the climatic record*; Soil Surv. Inv.Rep. Soil Cons. Serv. USDA; Washington, D.C.

12. Tavernier, R y Van Wambeke, A. (1976) Determinación del régimen hídrico de los suelos de España según el modelo matemático de Newhall. *Agroquímica* 20, 406-412.
13. International Soil Reference and Information Center. (1993) *Procedures for Soil Analysis*; 4th. Ed. International Soil Reference and Information Center; Wageningen.
14. International Soil Reference and Information Center; *Procedures for Soil Analysis*. (1984) 3th. Ed. International Soil Reference and Information Center; Wageningen,.
15. Walkley, A., Black, A. (1974) A critical examination of rapid methods for determining organic carbon in soils. *Soil Science* 62: 251–254.
16. Bremner, J.M., Mulvaney, C.S. (1982). Nitrogen-total. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*, 2nd. Page, A.L., et al. Eds., *Agronomy Monograph*, vol. 9. ASA; WI, p. 595–624.
17. Tributh, H. (1991). Qualitative und quantitative Bestimmung der Tonminerale in Bodentönen. In: *Berichte der Deutschen Ton- und Tonmineralgruppe* Tributh, H., Lagalym, G. Eds, e. V., DTTG, p. 37-85.
18. Saavedra, M. (2003) El manejo de la cubierta vegetal en el control de la erosión en el olivar. *Perspectivas de la degradación del suelo*. Bienes, R. Marques, M.J. Eds. I Simposio Nacional de la Erosión y Degradación de Suelos. Madrid; p 43-54.
19. González, C., Valverde, I., López-Lafuente, A. (1999) Chemical and mineralogical characterization of soils derived from ophiolites in Mediterranean climate (North of Spain). *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 30, 2007–2021.
20. FAO (2006) *World reference base for soil resources A framework for international classification, correlation and communication*. FAO, Roma, p 145.

ESTUDIO VIII

Aguas y peloides: acción terapéutica

■ Josefina San Martín Bacaicoa^{1*} y Agustín Valero Castejón²

Real Academia Nacional de Farmacia. Farmacia 11, Madrid, España. edicion@ranf.com

RESUMEN

Se hace una referencia al comienzo, evolución y a la situación actual del balneario. Se señalan las principales características de los peloides y se exponen las técnicas de aplicación, sus acciones, indicaciones y contraindicaciones. Se hace referencia al primer análisis químico de las aguas y los análisis actuales, que son aguas hipotermales, de mineralización media, con predominio de bicarbonatos, cloruros, calcio y sodio. Se hace una revisión de sus posibles acciones e indicaciones según las vías de administración y sus contraindicaciones. Se especifican las instalaciones y técnicas utilizadas y se analiza y expresa en forma de gráficos, la información suministrada por el balneario en relación con el número de usuarios, según género, edad, procedencia y patología.

1. COMIENZOS Y EVOLUCIÓN DEL BALNEARIO EL RAPOSO

El balneario de El Raposo, situado en la Tierra de Barros, es conocido desde mediados del siglo XIX, especialmente por la utilización de sus barros o lodos. Cuenta la tradición que hacia 1860 una cochinita aquejada de inflamaciones y dolor en las articulaciones no pudo seguir a la piara que cuidaba un guarda de una extensa finca, que pertenecía al valle de “El Raposo”. Cuando el guarda la buscó, un día después, la encontró tumbada y cubierta de lodo en una de las charcas que forma un arroyo que atraviesa la finca; creyó que estaba muerta pero se sorprendió al comprobar, tras zarandearla, que la cochinita se levantaba con agilidad. Se había curado.

La noticia de la sanación de la cochinita, se difundió entre los ganaderos y habitantes de la zona quienes empezaron a utilizar los fangos no solo para curar algunas enfermedades de los animales sino también las personas que sufrían dolores en las articulaciones que les dificultaba la movilidad.

Los resultados fueron tan satisfactorios y evidentes que su fama se extendió y fue incrementando el número de enfermos que acudían a ese lugar que ya era conocido con el nombre de “La Cochinita”, pasando después a llamarse con el nombre actual “El Raposo” por estar enclavado en la finca donde se ubica el balneario y que proviene de la abundancia de zorros en la zona.

Una vez más, el instinto, la casualidad, seguido de la observación de los hechos y el tanteo, fueron los factores que favorecieron el uso de las aguas y barros de El Raposo.

La fama de estas aguas y lodos fue tal que, a principios del s. XX una mujer, Doña Fernanda Durán creyó en la necesidad de mejorar las primitivas charcas o estanques para baños en el exterior (Figura 1) con construcciones que posibilitaran a las personas, el acceso al arroyo de El Raposo para tomar el lodo del fondo y aplicárselo (Figura 2) (1).



Figura 1.- Primitivas charcas para baños en el exterior.



Figura 2.- Acceso al lodo del fondo del arroyo y casita con estancias abiertas “solarium” para el secado al sol

Gracias a su esfuerzo, dedicación e interés comenzaron las modificaciones y mejoras necesarias en las instalaciones y fue el inicio del desarrollo del balneario El Raposo. Su estatua (Figura 3) erigida en reconocimiento a su actividad y gestión se encuentra ubicada en la zona ajardinada del balneario (2,3).

El médico D. Julio Alonso Cordero convencido de la utilidad terapéutica de las aguas y los barros, buscó la colaboración e influencia de Doña Fernanda Durán para conseguir que las aguas de El Raposo fueran declaradas de Utilidad Pública.

Se solicitó en 1925 un análisis de las aguas y fue el Doctor Enrique Ortega y Mayor, del Laboratorio Municipal de Higiene de Madrid, quien practicó el análisis químico cualitativo, cuantitativo, y radiactivo de las aguas del Balneario calificándolas como bicarbonatadas, cálcicas, magnésicas y radiactivas (Figura 4) (4).



Figura 3.- Monumento dedicado a Doña Fernanda Durán.

Con este análisis, y a instancia del médico D. Julio Alonso Cordero, en representación de la Sociedad Alonso e Hidalgo, las aguas del balneario El Raposo fueron declaradas de Utilidad Pública en 1926; “y más aún los barros y lodos medicinales” fueron informados favorablemente por la Dirección General de Sanidad y por el Real Consejo de

Sanidad declarándose por Real Orden de 8 de Julio de 1926, “de utilidad pública el Establecimiento Balneario en que se hayan de aplicar las aguas y lodos medicinales” (7)

Declaradas de Utilidad Pública las aguas de El Raposo en 1926, se procedió a la construcción de un hotel con una capacidad de 147 plazas.

Ya en 1943, la familia Cortés junto a la familia Hidalgo, Sociedad Hidalgo Cortés, contribuyó al desarrollo del balneario. Más tarde, D. Antonio Cortés Muñoz llevó la gestión y administración y junto a su esposa Doña Pilar Moro, realizaron importantes reformas, ampliación y modernización de las instalaciones.

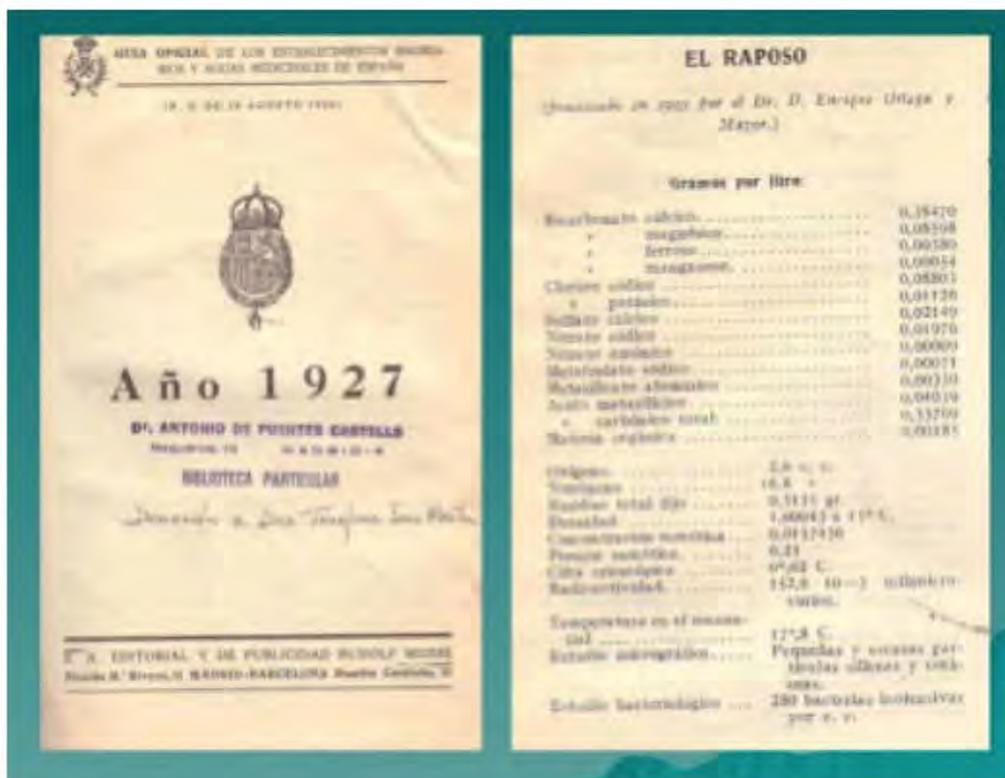


Figura 4.- Guía Oficial de los Establecimientos Balnearios y Aguas Medicinales de España Año 1927 con el análisis de las aguas de El Raposo de Ortega y Mayo.

2. EL BALNEARIO EN LA ACTUALIDAD

En la actualidad, la familia Cortés Moro es la única gestora del Balneario El Raposo, Doña Pilar y sus cuatro hijos, D. Ignacio, D. Gonzalo, D. Álvaro y D. Jaime, constituyen la actual Sociedad Balneario “El Raposo” S.L. y han iniciado un periodo de importantes obras, reformas y ampliación continuada de las instalaciones, dando un gran impulso al crecimiento de la Sociedad. Se ha conseguido un balneario moderno y confortable con una completa oferta de instalaciones, una amplia gama de técnicas y una supervisión médica constante, que lo convierten en una de las Estaciones Termales españolas de referencia en la aplicación de lodos medicinales naturales. (6)

Las obras de remodelación efectuadas en el siglo XXI han incrementado el número de plazas hoteleras y en la actualidad las instalaciones hoteleras cuentan de 72 habitaciones dobles: 22 en la planta baja (2 de ellas adaptadas para minusválidos) y 3 individuales; en la parte superior se localizan 50 habitaciones dobles, (una adaptada para minusválidos), en total de 147 plazas. En estos momentos se está ampliando el Hotel en 18 habitaciones dobles más (Figura 5).



Figura 5.- Vistas exteriores del balneario.

El Hotel, con categoría de 3 estrellas, cuenta con habitaciones confortables (teléfono, calefacción central, cuarto de baño completo con plato de ducha, televisión) y espacios comunes bien equipados, salones, salas de lectura y juegos, sala de TV, capilla, servicio de taxis, amplios aparcamientos, piscina exterior y 60.000 metros cuadrados con abundante vegetación circundante.

Todas las instalaciones del Balneario y Hotel, aproximadamente 8.000 metros cuadrados de edificación, están climatizadas y se encuentran unidas físicamente unas con otras para mayor comodidad.

Dado que El Raposo es el único balneario en la Comunidad Extremeña especializado en el tratamiento de dolencias y enfermedades a través de la acción terapéutica de los barros o lodos naturales y uno de los pocos balnearios españoles que cuenta con lodos, barros de elaboración propia, “peloides”, la Sociedad Balnearia “El Raposo” se ha implicado en la investigación y ha puesto en marcha, junto con la Universidad de Vigo, un importante proyecto de Investigación I+D, centrado en la mejora tecnológica del proceso de producción del peloide, maduración del peloide y nuevas técnicas de aplicación (7).

Las instalaciones que van a dar cabida a este ambicioso proyecto de investigación están muy avanzadas y las distintas fases del mismo culminarán con un estudio clínico sobre los resultados de la aplicación de los peloides obtenidos sobre una representativa muestra de pacientes.

Está en desarrollo un proyecto de pambiótica con el que se pretende cultivar y obtener aceites esenciales medicinales. Recientemente les ha sido concedido el premio CTAEX a la innovación.

El Balneario El Raposo y el Hotel El Raposo obtuvieron en 2006 certificados de calidad turística que siguen manteniendo.

Así mismo en 2011 se ha logrado la primera certificación de la norma UNE ISO 14001: Sistema de Gestión Ambiental, y de la norma UNE ISO 27001: Sistema de Gestión de la Seguridad de la información. (8)

3. PELOIDES DEL BALNEARIO EL RAPOSO

Los barros o peloides, es la característica más destacado del Balneario. Como ya hemos señalado, es el único balneario en la Comunidad Extremeña, que utiliza las aguas y barros naturales “peloides” para el tratamiento de algunas afecciones.

La palabra “peloide” (del griego *pelos* – fango, barro) fue admitida por la International Society of Medical Hydrology (ISMH) en la reunión de Dax en 1949. Con anterioridad, en 1938, en el Consejo de la ISMH (9) se acordó adoptar el término “peloide” como un nombre genérico, para designar a sedimentos de origen natural, mineral y orgánico, (barro, fango, mud, lodo, limo, y otros) procedentes de procesos geológicos o biológicos, partículas finamente divididas y mezcladas con agua.

En esencia, un peloide es un agente termoterápico, constituido por productos naturales formados por una mezcla de agua mineral, incluyendo la de mar y lago salado, con un componente sólido, materias orgánicas o inorgánicas que pueden ser utilizados con finalidad terapéutica en aplicaciones locales o generales, envolturas o baños. (10-12).

El componente mineral o inorgánico de los sedimentos varía en los distintos tipos de peloide; figuran con frecuencia silicatos (micas, arcilla, feldespatos, etc.), carbonatos (calcita, magnesita, siderita, etc.), sulfatos (yeso), sulfuros, etc. El componente orgánico puede estar integrado por ácidos húmicos, fulvoácidos, etc. pero es, particularmente destacable, el conjunto organizado formado por microflora autótrofa, a veces, termófila, algas algobacterias, clorofíceas, cianofíceas, diatomeas, sulfobacterias, ferrobacterias, etc, hongos, líquenes, musgos y múltiples representantes de microorganismos como nos expuso

la Prof. Carmen de La Rosa en su intervención en la sesión anterior, que son determinantes de fenómenos reductores u oxidantes según las circunstancias y que tienen lugar durante el largo proceso de preparación del peloide, especialmente en el de maduración.

El proceso de preparación o maduración de un peloide, ha de ser exactamente controlado. Se produce la adecuada mezcla de todos los componentes que formarán el peloide, material sólido cubierto del agua, de ordinario, al aire libre, bajo la acción de las radiaciones solares y las condiciones ambientales del lugar, durante un tiempo prolongado, no inferior a seis meses, para que puedan producirse los fenómenos físicos, químicos, biológicos, indispensables para que aquella masa adquiriera las características de un peloide.

Se considera condición imprescindible para que un sedimento, barro, fango, limo o producto equivalente, pueda adquirir la condición de peloide, el que directamente o previos los adecuados procesos de maduración, homogeneización, eutermización, etc. pueda ser utilizado con fines terapéuticos o cosméticos, preferentemente termoterápicos (13).

4. CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DEL PELOIDE

Dado que la principal aplicación de los peloides es termoterápica, destacaremos las propiedades o características térmicas. Estas se podrían deducir de su composición y del porcentaje de componente sólido, el contenido en agua y las cenizas.

La capacidad para tomar agua de los fangos, en general de los peloides, es considerable, pero se hace casi nula en los ya preparados y dispuestos para su aplicación.

La capacidad calorífica o térmica es elevada y directamente proporcional a su contenido acuoso y tanto mas baja cuanto mayor es el componente mineral.

La conductibilidad térmica del agua, relativamente elevada, queda modificada por las de los componentes sólidos que contiene que son mucho mayores

La retentividad del calor en los peloides con elevado contenido en agua es mayor en los de origen orgánico, en todos, superior a los del agua. Es alta la capacidad retentiva del calor y liberadora del calor. Los índices de calentamiento y enfriamiento son bajos, inferiores a los de las aguas (14).

La elevada capacidad térmica o calorífica, su baja conductividad térmica y, su recíproca, alta capacidad de retención del calor, hacen que los peloides sean malos conductores del calor por lo que pueden ser aplicados sobre la piel a temperaturas de 45 y más grados centígrados, temperaturas que son muy superiores a las de aplicación de los baños de agua, que no suelen superar los 38°C, y además, el tiempo de aplicación puede ser más prolongado

Si bien, lo hasta ahora señalado es de interés para la acción termoterápica, es también necesario destacar que, la cantidad de calor transmitida por las aplicaciones de peloides es dependiente de la diferencia de temperaturas entre el peloide y la superficie corporal con la que se pone en contacto, de la extensión de la zona tratada, del tiempo de contacto, del espesor de la capa, de la consistencia del peloide, etc. (15)

A pesar de todas esas posibilidades de variación, la aplicación de peloides produce siempre sensación de intenso calor en la zona tratada, acción vasodilatadora y, por vía refleja, estímulo de la frecuencia respiratoria y cardíaca, de pocos minutos de duración, que da paso a una descarga sudoral, sensación de calor agradable y tendencia al sueño. Son destacables sus efectos sedantes, analgésicos, antiflogísticos y de estímulo general del organismo.(16,17).

5. ORIGEN DE LOS PELOIDES DE EL RAPOSO

Los peloides de El Raposo tienen su origen en el curso del arroyo que discurre junto al balneario, de donde se extrae el lodo del fondo para su elaboración; se transportan a los



tanques de maduración, donde se decantan y se recubren con el agua mineromedicinal del balneario a su temperatura de emergencia, quedando expuestos a las radiaciones solares entre cinco a ocho meses.

Durante ese largo período de tiempo tiene lugar la mezcla e intercambio entre los componentes orgánicos e inorgánicos del barro, se producen los procesos de oxidación, reducción, fermentación, crecimiento de algas, diatomeas, etc. que conducen a un aumento de su contenido en materia orgánica, procesos de maduración del peloide, necesarios para que adquiera sus características y pueda ser utilizado con fines terapéuticos principalmente termoterápicos (18) o cosméticos.

6. TÉCNICA DE APLICACIÓN DEL PELOIDE EN EL BALNEARIO EL RAPOSO

En el balneario El Raposo la aplicación del lodo o peloide, prescrita por el médico, se realiza mediante pincelación en las zonas a tratar, en la cantidad necesaria para cubrir o envolver la zona. También puede ser aplicado mediante inmersión, técnica poco utilizada por la gran cantidad de peloide que se requiere (Figura 6).

La temperatura de aplicación del peloide es de 38-45 °C y se utilizan para su aplicación los lugares destinados a tal fin, “solarium” orientados al sur. Se deja secar al sol durante 45 minutos, pudiendo si el paciente lo desea pasear por la alameda mientras se seca. Una vez seco el lodo, el paciente es conducido a la bañera de agua caliente y lodo a 36-37°C, donde permanece unos 20 minutos. Posteriormente se aplica un chorro a poca presión en la misma bañera durante unos 5 minutos, para buscar relajación muscular y eliminar el lodo sobrante. A continuación se debe reposar unos 30 minutos en la sala de reposo o en la habitación del hotel, cubierto con mantas para mantener el calor (19,20).



Figura 6.- Aplicaciones locales y generales del peloide.

7. INDICACIONES DE LOS PELOIDES. PROCESOS ARTICULARES Y CUTÁNEOS

Desde hace siglos se conoce empíricamente la acción beneficiosa de los peloides en procesos degenerativos articulares y en algunas lesiones de la piel.

Es una forma de termoterapia, hoy indiscutible, y aceptada por los terapeutas. Sin embargo, la acción física del calor local no explica fácilmente el hecho de que esa acción beneficiosa, mejoría del dolor articular o remisión de las lesiones de la piel, perdure mucho tiempo después de la aplicación del agente físico. Aunque no se conoce con exactitud se puede inferir que hay otros mecanismos de acción involucrados en este fenómeno y que parecen inducidos por la aplicación de fango.

La acción beneficiosa antiinflamatoria y analgésica mantenida, además de la disminución del estrés, que se observa en pacientes con osteoartritis que han utilizado fangos, sugiere que no es mediada exclusivamente por la acción térmica local sino por una acción sistémica (21).

Desde hace muchos años se conoce la terapéutica de autores israelíes utilizando fangos provenientes del Mar Muerto en algunas afecciones reumáticas y cutáneas como psoriasis o artritis psoriásica (22).

Entre las indicaciones de aplicación de los peloides podemos incluir procesos reumáticos y dérmicos.

Los procesos reumáticos crónicos degenerativos (artrosis de cualquier localización: cervicoartrosis, lumbartrosis, coxartrosis, gonartrosis), tendinitis y en especial la periartritis escapulohumeral, poliartritis crónica evolutiva fuera de la fase aguda y estabilizada; espondiloartritis anquilosante estabilizada, artropatías diversas, mialgias, neuralgias, secuelas de traumatismos osteoarticulares, luxaciones..., envejecimiento condroarticular, artritis psoriásica, psoriasis, dermatitis atópica o eccema constitucional, prurito, prurigo crónico, acné, ...

8. CONTRAINDICACIONES

Fases agudas o subagudas de todos los procesos reumáticos o de cualquier otro tipo, los procesos tumorales malignos, los cuadros con insuficiencias orgánicas graves, hipertensión arterial grave y en general todas las situaciones que supongan merma considerable de la capacidad de respuesta a la agresión que supone esta terapéutica (23).

Las aplicaciones de los peloides no son aconsejables en sujetos que padezcan eccemas, dermatitis agudas, heridas abiertas o fistulas externas, úlceras o trastornos tróficos o infecciones cutáneas (24).

9. LAS AGUAS DEL BALNEARIO

Las aguas del balneario El Raposo fueron declaradas de Utilidad Pública en 1926. Como señalamos más arriba, fue el Dr. Enrique Ortega y Mayor del Laboratorio Municipal de Higiene de Madrid quien practicó en 1925 el primer análisis químico cualitativo, cuantitativo, y radiactivo de las aguas del Balneario El Raposo, calificándolas como aguas bicarbonatadas, cálcicas, magnésicas y radiactivas (25).

En las publicaciones posteriores sobre las aguas del balneario El Raposo se hace siempre referencia a esos análisis practicados por Ortega y Mayor y así se ha seguido considerando las aguas de este balneario como bicarbonatadas, cálcicas, magnésicas, radiactivas (26,27).

La calificación de radiactivas, hoy día, no tiene justificación ya que su radiactividad es muy baja, 32 Bq/L de Rn^{222} (28). Para ser considerada como tal los niveles de radiactividad deberían ser al menos 67 Bq/L.

Según los últimos análisis publicados en el Vademecum II (29) y los practicados por la Prof. Torija y cols. (30) que fueron expuestos en esta sesión, las aguas de El Raposo se pueden considerar como aguas hipotermales, temperatura de emergencia entre 16 -17°C, de mineralización media, con predominio de iones bicarbonatos, cloruros, calcio y sodio; pH cercano a la neutralidad. Aguas duras o muy duras; dureza 393,7 mg/L de $CaCO_3$.

En estos análisis reseñados no se ha determinado sílice. En otras publicaciones consultadas (31,32) figura sílice en los análisis, en la publicación del IGME se destaca elevado contenido en sílice (SiO_2 - 43 mg/L).

10. ADMINISTRACIÓN DE LAS AGUAS DE EL RAPOSO

Vía oral

Esta forma de administración de las aguas en este balneario El Raposo es poco utilizada.

No obstante, estas aguas podrían ser administradas en bebida y comportarse como diuréticas y facilitadoras de la eliminación de arenillas evitando la formación de cálculos. Por disminuir la acidez de la orina, puede actuar favorablemente en determinadas litiasis urinarias y muy concretamente en la úrica.

Vía inhalatoria

En la actualidad se utiliza la vía inhalatoria con variadas técnicas: pulverizaciones, nebulizaciones, aerosoles ultrasónicos, irrigación nasal. Las afecciones respiratorias se pueden beneficiar de la utilización de estas técnicas porque favorecen la hidratación y colaboran en la normalización de la mucosa respiratoria. La presencia de bicarbonato y calcio en las aguas puede resultar beneficiosa por su efecto sedante, antiinflamatorio y antiespasmódico,

Las bronquitis crónicas y EPOC constituyen el 1% aproximadamente de todos los pacientes que acuden al balneario (información enviada por el balneario).

Vía tópica. Técnicas, acciones e indicaciones

La utilización predominante es la aplicación tópica en forma de baños, duchas y chorros, con el agua convenientemente calentada para la aplicación de las distintas técnicas.

La aplicación de las duchas y/o chorros, en todas sus modalidades, producen efectos térmicos derivados de la temperatura de aplicación y otros derivados de la acción de percusión o masaje, dependiente de la presión que se utilice en la aplicación de la técnica,

puede ser desde babeante, a poca presión, hasta de 1 a 1,5 atmósferas, que no se debería superar; es importante considerar este aspecto, de tal forma que la técnica ha de estar siempre acomodada a la situación del paciente, al proceso a tratar y a la respuesta individual. La prescripción ha de ser siempre individualizada.

Los baños de agua termal calentada a la temperatura adecuada, de ordinario 36-38°C. se aplican en bañera individual. Las bañeras de mármol de una pieza han sido sustituidas por bañeras de hidromasaje, que llevan incorporado un sistema de aplicación de chorros que por medio de mandos, se puede regular la temperatura, la intensidad y duración o tiempo de aplicación, la dirección y el sentido de los chorros para dirigirlos a una determinada parte del cuerpo, etc. (Figura 7).



Figura 7.- Bañera de hidromasaje.

Las aplicaciones de agua a temperatura superior a la considerada indiferente (34-36°C) junto al efecto del masaje producido por la percusión contribuye a la relajación de la musculatura, a un aumento del trofismo tisular por mejoría de la circulación local, a efectos sedantes generales y analgesia.

Además de estos efectos, que los podríamos considerar de activación de los mecanismos generales de defensa del organismo, en la aplicación tópica se debe también tener en cuenta la posible acción de alguno de los componentes químicos de las aguas que puedan ejercer acciones específicas.

Queremos destacar precisamente que la aplicación tópica del agua de El Raposo, por su elevado contenido en sílice, 43 mg/L, podría tener un efecto local beneficioso en la piel como antipruriginoso y ser útil en dermatosis en estadio subagudo por su acción emoliente, sedante y antiinflamatoria que permite su uso en afecciones dermatológicas, principalmente la psoriasis y el eccema. La acción sedante del calcio podría influir también favorablemente en estos procesos. (33)

Balneocinesiterapia. Acciones e indicaciones

Cuando los baños se programan en piscina, el objetivo principal es realizar ejercicio físico dentro del agua, balneocinesiterapia, cuyos principales efectos se derivan de principios físicos, mecánicos y térmicos (34) .

La temperatura del agua de la piscina debe ser 35-36 °C, los efectos son vasculares, relajantes y decontracturantes de la musculatura, producen analgesia, mejoran el trofismo, etc. Esa temperatura de la piscina no debe ser superior a la señalada, para evitar el cansancio o la fatiga en las personas que realicen ejercicio.

Recordaremos que la presión hidrostática, el efecto de flotación, la cohesión, la viscosidad son factores condicionantes de acciones sobre la movilidad en el seno del agua.

Factores hidrostáticos e hidrodinámicos influyen en la realización del ejercicio dentro del agua. Por el principio de flotación, consecuencia de la presión hidrostática, se facilita la movilidad, especialmente de las articulaciones que soportan carga y se puede realizar ejercicio con más facilidad y sin dolor. Otros factores intrínsecos al agua como las fuerzas de cohesión y de adhesión, la viscosidad, la tensión superficial dificultan la

movilidad en el agua que pueden ser modificados por factores extrínsecos al agua como la presencia de turbulencias, el área a movilizar, la velocidad y la dirección del movimiento.

La presión hidrostática ocasiona cambios circulatorios y en la distribución de los volúmenes sanguíneos que varían según el nivel de inmersión. El médico debe conocer esta circunstancia ya que si bien puede repercutir favorablemente en los pacientes con pequeñas varices y/o ligera retención de líquidos, porque facilita el retorno venoso, en las personas con grandes varices o importantes retenciones podría ser un riesgo si existe una ligera insuficiencia cardíaca. Se debe informar al paciente, adaptar las técnicas de forma personalizada y controlar las sesiones de tratamiento.



Figura 8. - Piscina activa con camas y asientos de burbujas, chorros subacuáticos secuenciales y cascadas. Se utiliza el ozono como medio de depuración del agua.

La inmersión produce además estímulos exteroceptivos que permiten un mejor conocimiento del esquema corporal y del sentido del equilibrio. La posibilidad de movilización libre en el agua, la realización de la marcha sin dolor, la sensación placentera del contacto con el agua, etc... determinan una beneficiosa acción psíquica que conduce a una mayor colaboración del paciente en el tratamiento (35).

Indicaciones

El ejercicio dentro del agua, balneocinesiterapia, es técnica de primer orden en afecciones del aparato locomotor que cursen con dolor y/o dificultad funcional, tales como: enfermedades reumáticas degenerativas o artrosis de cualquier localización, procesos inflamatorios crónicos, fuera de los periodos de agudización; reumatismos para o abarticulares, algias posturales y/o mecánicas, tenopatías, bursitis, síndrome de fatiga crónica, etc.

Podrían ser de gran utilidad en la recuperación funcional de intervenciones quirúrgicas del aparato locomotor y en secuelas de traumatismos, fracturas, lesiones deportivas, valorando además del proceso, las características individuales de cada uno de los pacientes en cuanto a edad, estado general y patologías concomitantes.

Algunos procesos neurológicos de origen central y periférico podrían beneficiarse de la facilidad de movilización dentro del agua, de los estímulos exteroceptivos que pueden mejorar el esquema corporal y el sentido del equilibrio, debiendo ser personalizada tanto la prescripción como la atención al paciente durante el tratamiento.

Así mismo, puede ser de interés en los reumatismos psicógenos asociados a estados de estrés y trastornos psicofuncionales, en las manifestaciones derivadas del estrés, ansiedad y en la denominada “patología de la civilización”.

Contraindicaciones

Se deben considerar contraindicaciones de la balneocinesiterapia los cuadros febriles, agudización de cualquier padecimiento, mal estado general, procesos tumorales malignos, insuficiencia hepática, renal o cardiovascular grave, enfermedad mental grave, accidentes cerebrovasculares recientes, así como la incontinencia urinaria y/o fecal y cualquier enfermedad infecciosa que pueda suponer peligro de contaminación del agua y riesgo para otros usuarios de la piscina.

11. INSTALACIONES BALNEARIAS. TÉCNICAS

El balneario El Raposo, como ya señalamos, cuenta con una extensa finca de 40 Ha con abundante vegetación, alameda y jardines con fuentes naturales de agua donde las personas que realicen los tratamientos termales pueden pasear y relajarse.

En nuestra visita a las instalaciones balnearias pudimos observar el cuidado y esmerada limpieza en todo el recinto y la exquisita atención del personal a los usuarios en: la recepción balnearia, acompañamiento hasta la cabina o lugar donde realizará el tratamiento que tiene prescrito; el usuario recibe una explicación breve de la técnica que le va a ser aplicada por el terapeuta o el auxiliar, siendo atendido durante el tiempo de tratamiento, incluido el reposo posterior.

Las instalaciones balnearias con las que cuenta el balneario El Raposo y en las que se aplican las técnicas de tratamiento son muy variadas.

Hay una recepción de pacientes, sala de espera para 16 personas con dos consultas médicas.

La aplicación de barro o lodos naturales y baño de agua caliente y lodo constituyen las técnicas más importantes que se detallaron más arriba.

Para el secado del lodo natural termal en los días de lluvia y frío cuenta con 2 invernaderos de cristal con plantas y fuentes naturales, para hombres y para mujeres, a través de luz solar, suelo radiante, aerotermos y placas solares.

Se cuenta con una galería de baños con 16 bañeras, 4 cabinas con bañera de hidromasaje, una cabina de ducha circular, otra de chorro a presión y una cabina con pediluvios y maniluvios.



Figura 9.– Ducha masaje de Vichy.

Una técnica especial consiste en la aplicación de masajes bajo agua (tipo Vichy) (Figura 9). Tiene un plato de ducha interno en la cabina para realizar también envolvimientos de algas micronizadas y lodos naturales y aromatizados, además de dos cabinas para aplicación de parafangos.

Una sala de tratamientos aparato respiratorio con puestos de pulverizaciones, nebulizaciones, aerosoles ultrasónicos e irrigación nasal; la desinfección se realiza con un equipo de UV.

Otras técnicas complementarias son masajes terapéuticos, parafangos, parafinas, envolvimientos de algas, presoterapia, ultrasonido e infrarrojos.

Hay cinco cabinas para masajes corporales en seco, en una de ellas hay un aparato de electroterapia, en otra un aparato de ultrasonidos, y en cada una de las otras tres cabinas restantes un aparato de infrarrojos.



Figura 10.– Presoterapia.

Tres cabinas para presoterapia (Figura 10) y una cabina de estufa de vapor para manos y pies.

Posee una piscina activa climatizada + circuito termal (sauna seca, baño de vapor, cabina de hielo, ducha aromática y tumbonas térmicas

de madera para el reposo).

La Piscina activa está equipada con camas y asientos de burbujas, chorros subacuáticos secuenciales y cascadas. Se utiliza el ozono como medio de depuración del agua.

Cuenta con dos vestuarios - hombres y mujeres - con plato de duchas y aseos y una sala de reposo para 20 personas aproximadamente.

La cabina de estética para la realización de tratamientos de belleza corporal y facial ofrece gran variedad de tratamientos de estética, tales como envolturas en café y chocolate, incluso las más sofisticadas en oro y perla, masajes relajantes con seda, caracolas y pindas (hierbas aromáticas con efectos medicinales), hidromasajes con aceites esenciales naturales, como nuevas formas de cuidado de la imagen corporal y del bienestar interior. (36)

Instalaciones para el funcionamiento del balneario

Para el buen funcionamiento de todos los servicios balnearios y hoteleros, se ha puesto en marcha diversos proyectos innovadores hechos realidad como la caldera de biomasa y un huerto solar (430 m² de placas solares térmicas), con los que se calienta toda el agua necesaria en el hotel y en el balneario, utilizando solo energías renovables (37).

12. FUNCIONAMIENTO

Conciertos con IMSERSO y Junta de Extremadura

El Balneario tiene Concierto con el Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO) desde el año 2006 en que se le concedieron 2527 plazas para los pensionistas durante diez meses, (38) y en 2011 el periodo fue de once meses correspondiéndole 3870



plazas. (39). EL balneario tiene también concierto con la Consejería de Bienestar Social de la Junta de Extremadura.

Personal médico y paramédico de atención al usuario

Parece ser que el primer Médico-Director interino fue el Dr. García Pérez en 1928. La dirección médica en el Balneario en 1926 la ostentaba el médico D. Julio Alonso Cordero.

El Doctor José Luís Albasanz Gallán fue médico director en 1945 después de ganar las oposiciones a médicos de Baños, según refiere él mismo en su tesis doctoral (40).

En 1987 figuraban como médicos del Centro Hidrotermal “El Raposo” D. Primitivo Ramos Cordero y D. José M^a Navarro Camacho.

En el año 2003 D^a Isabel María Martínez Mazón ocupaba la dirección médica del Balneario (41). Posteriormente el equipo sanitario estuvo compuesto por un médico, un ayudante técnico sanitario y tres fisioterapeutas.

En el año 2010 cuatro médicos se ocuparon de la atención sanitaria de los bañistas: D^a M^a Lucrecia Zoido Sánchez, D^a Julia Cruz Pérez, D. José García Galán y D^a Verónica León Lucas.

En la actualidad el equipo sanitario está integrado por los médicos Dra. M^a Lucrecia Zoido Sánchez y Dra. Yuleisi Martínez Martínez; y el enfermero D. Antonio Álvarez.

En la empresa trabajan 93 empleados.

Población asistente al balneario

La Dirección del balneario nos ha proporcionado estadísticas relacionadas con el número de pacientes atendidos en el balneario durante el año 2011, distribuidos según género, edad, procedencia y diagnóstico y que se muestran en los cuatro gráficos siguientes

El número total de usuarios en 2011 en el balneario El Raposo fue de 5.207.

En el gráfico 1 referente a la distribución de los usuarios por género, se observa que el número de mujeres (60 %) es superior al de hombres (40%).

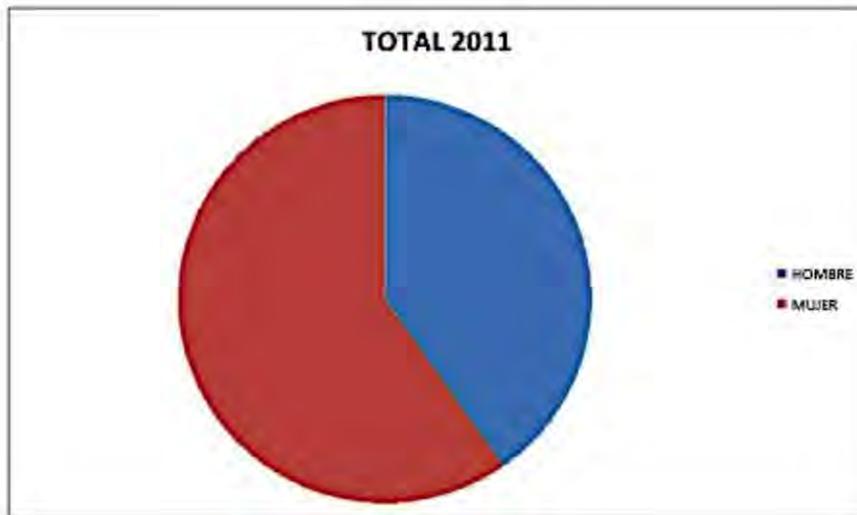


Gráfico 1.- Distribución por género.

En el gráfico 2, se hace la distribución por edades. Se puede observar que el 45 % de los usuarios que han acudido al balneario El Raposo en 2011 tiene entre 70 y 75 años y, con edades comprendidas entre 60 y 69 años el 32 %.

Un 18 % corresponde a usuarios entre 80 y 89 años y es digno de destacar que un 1 % son personas mayores de 90 años hasta los 96.

Sorprende agradablemente observar que la mayoría de las personas que acuden a este balneario, tienen edades avanzadas y en nuestra visita al balneario pudimos comprobar la alegría, el buen humor y el bienestar que manifestaban todas aquellas personas mayores que nos rodeaban

El gráfico 3, nos señala la procedencia de los usuarios. El mayor porcentaje (31%) son personas procedentes de Sevilla, de Badajoz (29%) y de Madrid (13%); comprende el 73

% del total de los visitantes. El resto procede de distintos lugares de la península: Huelva, Córdoba, Cáceres, Barcelona, Málaga, Valladolid, Valencia, Álava, A Coruña,...

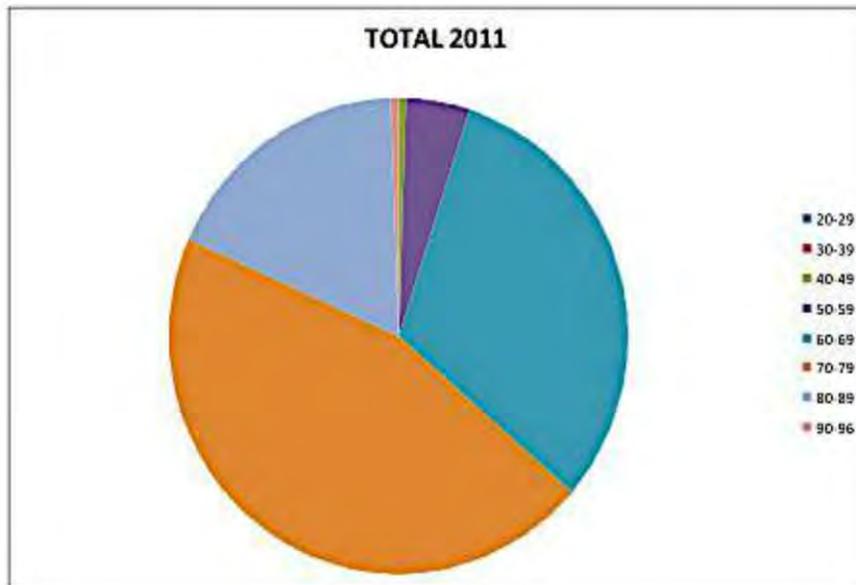


Gráfico 2.- Distribución por edades.

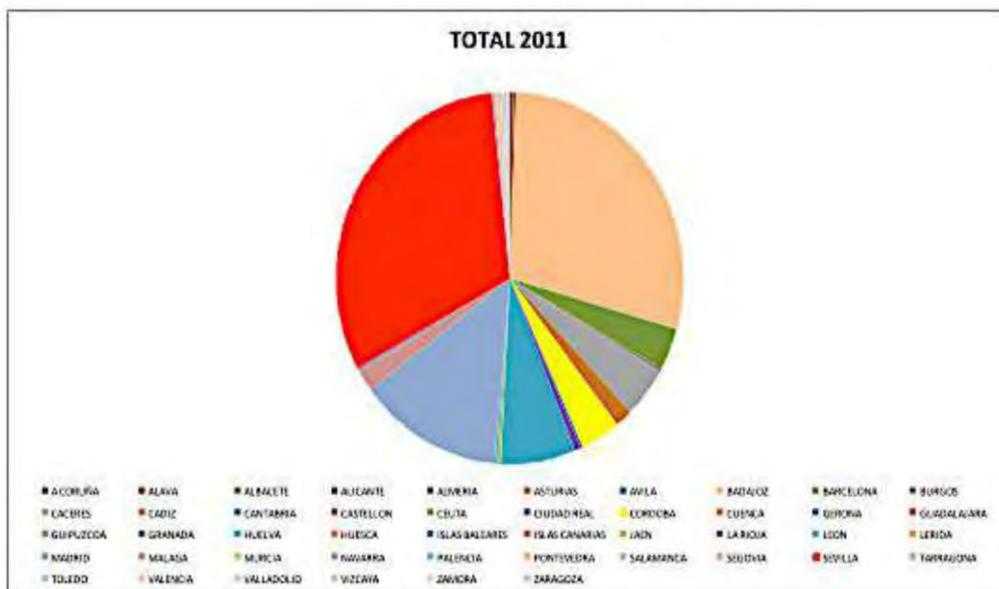


Gráfico 3.- Distribución por procedencia.

En el gráfico 4 se recoge la distribución por patologías. Según este gráfico el 55% de los pacientes, 2872, se incluyen entre los que padecen artrosis (en verde). No se especifica la localización de las artrosis. En amarillo está representada Artritis Reumatoide, 36% aproximadamente - 1894 pacientes. Es muy significativo el alto porcentaje de esta patología. Hernia discal la padecen 97 pacientes (verde claro), el 2% aproximadamente. Un 1% aproximadamente corresponde a EPOC, Bronquitis crónica, Bronquiectasias, asma,...

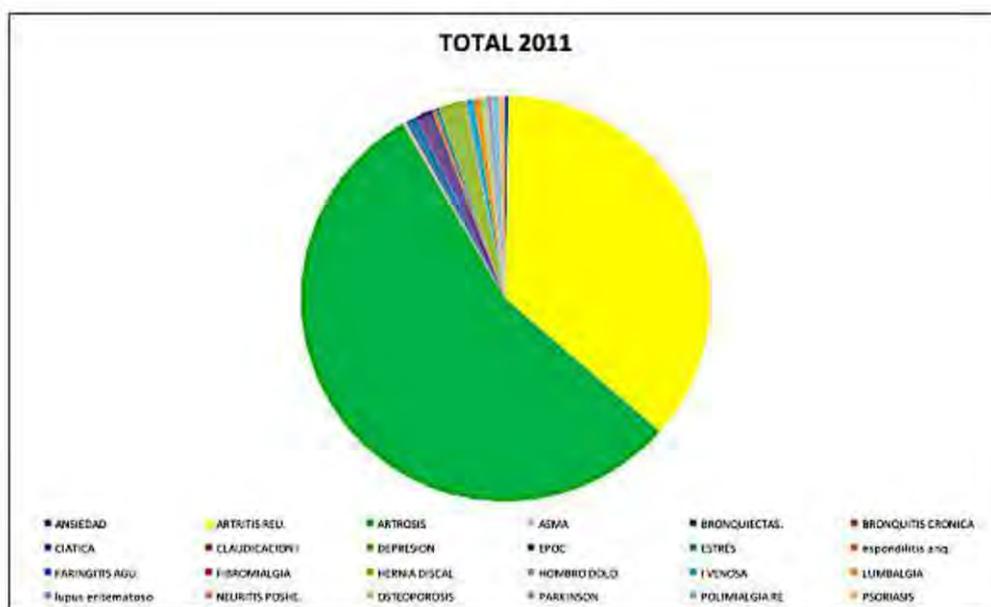


Gráfico 4.- Distribución por patologías.

La variada patología restante que figura en la estadística incluye: osteoporosis 30 pacientes, polimialgia reumática 31, ciática 25, espondilitis anquilosante 21, hombro doloroso 21, psoriasis 34 pacientes y otros en menor número diagnosticados de ansiedad, depresión, estrés, parkinson,...

Carecemos de información actual relacionada con los resultados de los tratamientos prescritos y evolución de los pacientes. Pero otros médicos con experiencia en este balneario manifestaron que la cura balnearia en “El Raposo” puede ser de gran eficacia como factor

coadyuvante de los habitualmente seguidos en procesos reumáticos crónicos y en la rehabilitación de afecciones de aparato locomotor (42).

BIBLIOGRAFÍA

1. Salvador Quirós y Victoria Rodrigo (1991) Aguas medicinales y tradición popular en Extremadura Ed. Junta de Extremadura. ISBN: 84-7671-196-4
2. Recursos Mineros de Extremadura. Las Aguas Minerales (2003) Junta de Extremadura. Consejería de Economía, Industria y Comercio. Mérida. 65-72
3. Balnearios Extremadura.(1991) Ed. Junta de Extremadura. Consejería de Industria y Turismo. Mérida
4. Ortega y Mayor, E. (1925) "Guía Oficial de los Establecimientos Balnearios y Aguas Medicinales de España Año 1927" Ed. Rudolf Mosse, Madrid, Barcelona, p 143 y p. 339
5. Francés Causapé, C. (2012) "Historia y generalidades del Balneario" su intervención en la Mesa Redonda sobre el Balneario El Raposo.
6. Balneario El Raposo (2008) Tribuna Termal nº 11- Especial destinos Termales, 32-33.
7. Los peloides del Balneario El Raposo Técnicas y terapias (2010) Balnearios de España, 1, 3, , 16 -17
8. Información proporcionado por D. Ignacio Cortés, Director del balneario El Raposo (2012)
9. Council of the International Society of Medical Hydrology. Report on peloids. Arch. Med. Hydrol., 11: 13, 1938
10. San Román y Rouyer, J. (1945) Peloides en Hidrología Médica en Manual de Hidrología Médica. Ed. Salvat, Barcelona
11. Ichiro Hattori "Pelotherapy" en Sydney Licht. M.D. Medical Hydrology, 237-290, 1963.
12. Armijo Valenzuela, M. (1968) Compendio de Hidrología Médica, Cap. XIX "Sedimentos o depósitos de las aguas mineromedicinales" Ed. Científico Médica, Barcelona, 221-230

13. San Martín Bacaicoa, J. (1994) Peloides en general. Características físicas, efectos biológicos e indicaciones terapéuticas. Cap. 24 en Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Ed. Complutense 311-331
14. Armijo Castro, F. (1991) Propiedades térmicas de los Peloides. Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd., Vol VI, 3, 151-157
15. Armijo, M y San Martín, J. (1986-1991) Hidroterapia. Coleccionable en Boletín Sociedad Española, Hidrología Médica, Vols. I al VI, págs 1 a 168. ISSN 0214-2813
16. Armijo, M. y San Martín, J. (1984) “La salud por las aguas termales” Ed. EDAF. Madrid. 64-68
17. San Martín Bacaicoa, J. (1994). Opus cit. en 13.
18. Ramos Cordero, P. y Navarro Camacho, J.M. (1987) Balneario de “El Raposo”. Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd., Vol II, nº 1, 39-41
19. Armijo, M. y San Martín, J. (1984) Opus cit. en 16.
20. Los peloides del Balneario El Raposo Técnicas y terapias (2010), Opus cit. en 7. Balnearios de España, Año 1, nº 3, , 16 -17
21. Pizzoferrato A, Garzia I, Cenni E, Pratelli L, Tarabusi C. (2000) Beta-endorphin and stress hormones in patients affected by osteoarthritis undergoing thermal mud therapy. *Minerva Med.*, 91, 10, 239-245
22. Sukenik S, Baradin R. (1994) Treatment of psoriatic arthritis at the Dead Sea. *J. Reumatol.*, 21, 1305-
23. San Martín, Bacaicoa, J. (1994) Opus cit. en 13 y 17.
24. Ramos Cordero, P y Navarro Camacho, J.M.(1987) Médicos del Centro Hidrotermal “El Raposo” Balneario de El Raposo”. Bol. Soc. Esp.. Hidrol. Méd., Vol. II, nº 3, 39-41
25. Ortega y Mayor, E. (1925) Opus cit. en 4.
26. Albasanz Gallán, J.L. (1951)” La crenoterapia en los reumatismos” Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid.
27. Ramos Cordero, P. y Navarro Camacho, J.M. (1987) Opus cit. en 18.

28. Vademécum de aguas minero-medicinales españolas. (2003) Ed. Instituto de Salud Carlos III, 191
29. Maraver, F y Armijo, F. (2010) Vademécum II de aguas minero-medicinales españolas. Ed. Complutense. 204-205
30. Torija, E. y cols (2012) Intervención en la Sesión Científica en la R.A.N.F. el día 19 de abril de 2012.
31. Las aguas Minerales en España.(2001) Ed. Instituto Geológico Minero de España (IGME) 332
32. Recursos Mineros de Extremadura: Las Aguas Minerales (2003) Opus cit. en 2
33. Armijo Castro, F., San Martín Bacaicoa, J. y Armijo Valenzuela, M. (1979) “Contenido en sílice de algunas aguas minerales. Anal. Bromatol. XXXI-3-4, 365-373.
34. Armijo, M. y San Martín, J. (1986-1991) Opus cit. en 15.
35. San Martín Bacaicoa, J. (2000) “Técnicas actuales de tratamiento balneario. Balneocinesiterapia” en Panorama actual de las aguas minerales y mineromedicinales de España. Ministerio de Medio Ambiente. ITGE Madrid, 105-114
36. Información ofrecida por la Dirección del Balneario.
37. Información proporcionada por la Dirección del balneario. Abril 2012
38. Resolución de 2 de enero de 2006 del Instituto de Mayores y Servicios Sociales B.O.E. nº 21, 25-01-2006, pág. 3226
39. Resolución de 3 de diciembre de 2010 del Instituto de Mayores y Servicio Sociales. B.O.E. nº 305, 16-12-2010, pág. 104021
40. Albasanz Gallán, J.L. (1951) Opus cit. en 26..
41. Vademécum de aguas minero-medicinales españolas. (2003). Opus cit en 28.
42. Ramos Cordero, P. y Navarro Camacho, J.M. (1987) Opus cit. en 28 y 27.

ANEXO

Climatología del entorno del Balneario

■ F. Javier Mantero Sáenz* y Yolanda Galván Ramírez

Agencia Estatal de Meteorología, Madrid, España. edicione@ranf.com

INTRODUCCIÓN

El Balneario de El Raposo se encuentra situado a 38° 23' de latitud, a 6° 19' W de longitud, y unos 545 metros de altitud. Los datos climatológicos corresponden a la estación climatológica situada en Zafra, a unos 9 kms del Balneario y situada a 530 m de altitud, durante el periodo de 1911 a 2007 para la precipitación, con algunas lagunas comprendiendo un total de 73 años, y durante el periodo 1932 a 2007 para la temperatura. Los datos meteorológicos utilizados en el estudio bioclimático proceden de la Estación Meteorológica Automática de Zafra, en el periodo 2008-2011. Esta última estación está situada a 433 metros de altitud.

ESTUDIO TERMOMÉTRICO

a) Temperatura media mensual y anual, temperaturas medias máximas y mínimas mensuales y anuales, y temperaturas máximas y mínimas absolutas.

En el Cuadro I se muestran las temperaturas medias mensuales y anuales, así como las medias de las temperaturas máximas y mínimas registradas en Zafra, y las temperaturas máximas y mínimas absolutas tanto mensuales como anuales.

Desde el punto de vista termométrico, la temperatura máxima absoluta de todo el periodo estudiado fue de 44 °C el día 5 de agosto de 1965. La temperatura mínima absoluta registrada fue de -9,6 °C el día 10 de febrero de 1935. En general, hay una gran variabilidad en las mínimas invernales, con años fríos y otros relativamente suaves. Es de destacar la

existencia de un largo periodo anual, de siete meses, en el que se producen valores mínimos absolutos por debajo de cero grados, frente a los cinco meses de temperaturas positivas.

Cuadro I

	Temperatura Máxima Absoluta	Temperatura Máxima Media	Temperatura Mínima Absoluta	Temperatura Mínima Media	Temperatura Media
Enero	24,0	12,2	-7,1	3,5	7,9
Febrero	26,8	13,7	-9,6	4,1	8,9
Marzo	34,0	16,8	-4,5	5,9	11,4
Abril	31,0	19,1	-2,0	7,6	13,4
Mayo	38,0	23,2	1,3	10,4	16,9
Junio	42,0	28,9	1,0	14,2	21,6
Julio	43,0	33,2	3,0	16,8	25,0
Agosto	44,0	33,0	6,0	17,0	25,0
Septiembre	42,0	29,0	4,0	15,1	22,1
Octubre	38,0	22,5	-3,0	11,1	16,8
Noviembre	29,0	16,2	-4,0	6,8	11,5
Diciembre	24,0	12,7	-7,0	4,0	8,4
Anual	44,0	21,7	-9,6	9,7	15,7

Los valores medios mensuales superan los 10 °C a lo largo de seis meses, de marzo a noviembre; superando los 20 °C de junio a septiembre, siendo la media anual de 15,7 °C.

La media de las temperaturas máximas registradas en Zafrá durante el periodo de estudio tiene un valor anual de 21,7 °C, siendo los valores medios más altos durante los meses de verano, en los que se superan los 28 °C.

Asimismo, la media anual de las temperaturas mínimas registradas es de 9,7 °C, siendo todos los meses superior a 0 °C, y el mes de agosto el que presenta el valor medio más alto: 17 °C.

En la Figura 1 se representa gráficamente la evolución anual de la temperatura media, máxima y mínima absoluta, así como las temperaturas medias de las máximas y de las mínimas. La diferencia entre la temperatura media del mes más cálido (25,0 °C), y la del mes mas frío (7,9 °C), es de 17,1 °C. La oscilación media diurna es mayor en verano que en invierno, alcanzando su máximo en el mes de julio en el que la diferencia entre la media de las máximas y la media de las mínimas es de 16,4 °C. El valor mínimo corresponde a diciembre y enero con un valor de 8,7 °C de oscilación media. La máxima oscilación en un mes ocurrió en julio de 1973, con una diferencia entre la máxima y la mínima absolutas mensuales de 37 °C. La mínima oscilación, de 7 °C, corresponde al mes de noviembre de 1964.

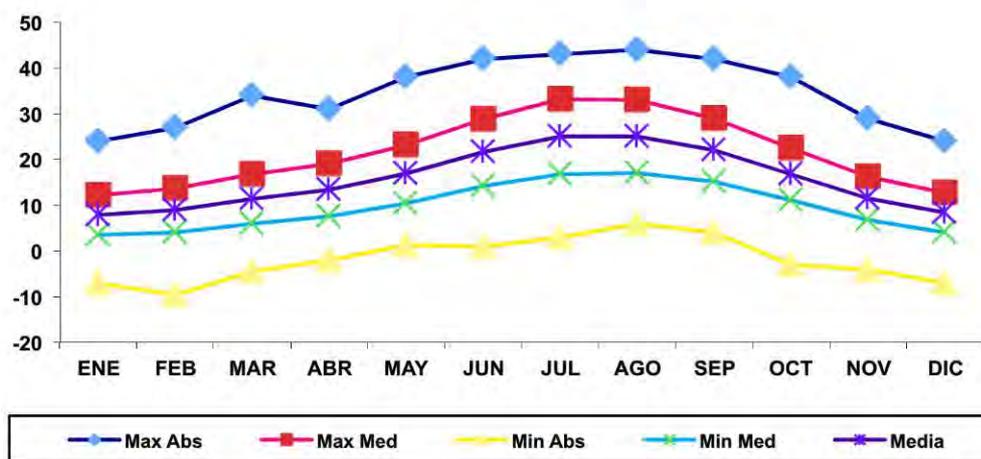


Figura 1.- Diagrama Termométrico.

b) Numero de días de helada, bochorno, días con T máxima > 25 °, >30 ° y días de T mínima < 5°C.

Se considera día de helada, aquel en que la temperatura mínima es igual o inferior a los 0 °C. El Cuadro II muestra que, prácticamente, las heladas comienzan en noviembre y se extienden hasta marzo, con alguna incidencia en el mes de abril y octubre, no registrándose ninguno en los meses de mayo a octubre, siendo el total anual de 17,2.

Cuadro II

	Días de Tmax >25°C	Días de Tmax >30°C	Días de helada	Días de bochorno	Días de Tmin <-5°C
Enero	0,0	0,0	5,8	0,0	0,2
Febrero	0,0	0,0	3,7	0,0	0,3
Marzo	1,4	0,0	1,3	0,0	0,0
Abril	4,0	0,2	0,2	0,0	0,0
Mayo	12,3	4,1	0,0	0,1	0,0
Junio	23,0	14,9	0,0	1,9	0,0
Julio	29,6	25,0	0,0	7,3	0,0
Agosto	30,2	24,7	0,0	7,1	0,0
Septiembre	24,0	14,5	0,0	2,6	0,0
Octubre	10,2	2,6	0,1	0,0	0,0
Noviembre	0,6	0,0	1,2	0,0	0,0
Diciembre	0,0	0,0	4,9	0,0	0,1
Anual	135,3	86,0	17,2	19,0	0,6

Es de destacar de igual manera que los días de bochorno (días con temperatura mínima mayor de 20 °C) registrados en el periodo de estudio se extienden de junio a septiembre.

Los días de temperatura máxima igual o superior a 25 °C, o de verano, ocupan una banda que se extiende desde el mes de marzo hasta noviembre, con un máximo de días con estas características registrado en los meses de mayo a octubre, y prácticamente todos los días de julio y agosto.

Los días calurosos, con temperaturas máximas que alcanzan o superan los 30 °C, se dan desde mayo a octubre, con un máximo en los meses de julio y agosto, en que casi todos los días superan dicho umbral.

Atendiendo a la temperatura media diaria, se tiene que el n° anual de días suaves, con $t > 10^{\circ}\text{C}$, es de 275. El de días de bienestar, con $t > 15^{\circ}\text{C}$, es de 179. El de días tropicales, con $t > 20^{\circ}\text{C}$, es de 115.

En la Figura 2, se muestran gráficamente el número de días de helada, días con temperatura máxima $> 25^{\circ}\text{C}$, $> 30^{\circ}\text{C}$, así como los de temperatura mínima $< -5^{\circ}\text{C}$.

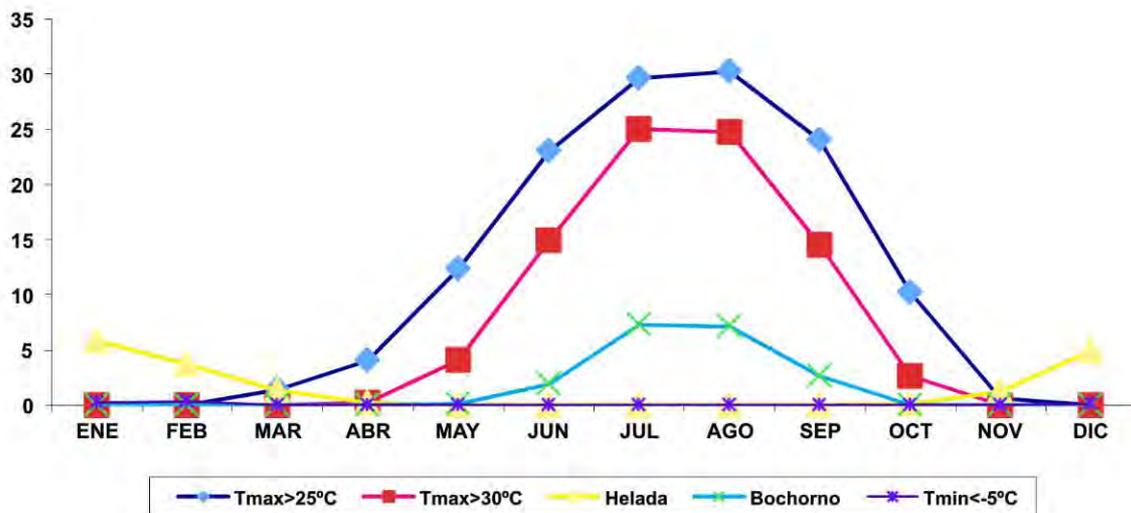


Figura 2.

c) Oscilaciones extremas.

La oscilación es la diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias alcanzadas en Zafra. Dicha evolución, mostrada en la Figura 3, nos muestra un comportamiento de la oscilación media diurna bastante uniforme a lo largo del año con un máximo no muy acusado en los meses de verano. Todos sus valores están comprendidos entre los 8,7 °C en diciembre y enero a los 16,4 °C en julio.

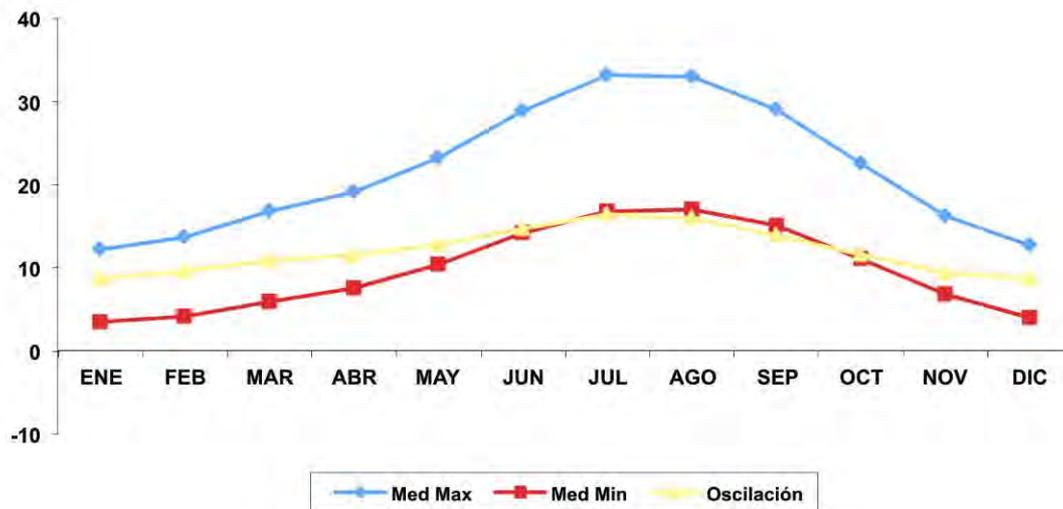


Figura 3.- Oscilación de temperatura.

d) Estaciones térmicas.

Las cuatro estaciones del año, establecidas astronómicamente, difieren de las establecidas según criterios meteorológicos.

Las temperaturas medias nos indican el comienzo y la duración real de cada estación, que según los valores térmicos se establecen de la siguiente manera:

	<i>Primavera</i>	<i>Verano</i>	<i>Otoño</i>	<i>Invierno</i>
Temperatura Media	10 °C a 17 °C	> 17 °C	17 °C a 10 °C	< 10 °C

De acuerdo con este criterio, se ha obtenido el Cuadro III donde se refleja, aproximadamente, el comienzo y duración de cada una de las estaciones del año en Zafra y alrededores.

Cuadro III

Estación	Comienzo	Final	Porcentaje
Primavera	28 de febrero	16 de mayo	21,4
Verano	17 de mayo	14 de octubre	41,4
Otoño	15 de octubre	29 de noviembre	12,6
Invierno	30 de noviembre	27 de febrero	24,6

Del cuadro anterior podemos deducir la existencia de una estación claramente predominante que es el verano, seguida del invierno y la primavera, con un otoño muy corto.

ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO

El término precipitación engloba todas las formas de agua líquida o sólida que caen de las nubes, tales como lluvia, nieve, granizo, etc.

La mayor parte de las precipitaciones en la zona son en forma de lluvia, con algunas nevadas en invierno que raras veces llegan a cubrir el suelo.

Pluviométricamente, se observa que la precipitación media anual alcanza el valor de 565,3 mm, con un mínimo en los meses de julio y agosto, y con una distribución bastante uniforme a lo largo del resto del año, aunque con predominio de las lluvias de otoño e invierno. El valor medio más bajo se produce en los meses de julio y agosto, con valores de 7,5 y 7,7 mm respectivamente, oscilando el resto del año entre 22 y 77 mm (Cuadro IV). Hay que destacar el mes de diciembre de 1958, con una precipitación de 315,9 mm, siendo la máxima mensual de todo el período.

Cuadro IV

	Precipitación Total	Precipitación Máxima en 24 horas
Enero	66,1	58,4
Febrero	61,8	56,5
Marzo	63,6	41,5
Abril	54,9	60,8
Mayo	40,0	40,0
Junio	22,0	46,0
Julio	7,5	62,0
Agosto	7,7	62,5
Septiembre	27,5	56,0
Octubre	61,2	52,5
Noviembre	75,6	74,0
Diciembre	77,4	58,4
Anual	565,3	74,0

La precipitación máxima en un día tuvo lugar el 16 de noviembre de 1965, con 74 mm, seguido del 7 de noviembre de 1988, con 68 mm. El número medio anual de días de lluvia es de 80,2, repartido entre los 1,3 de julio y los 9,4 de enero. El promedio anual de días de nieve es de 0,9, durante el periodo invernal, siendo el máximo mensual de 5 días en el mes de enero de 1945. El granizo es escaso y va unido a las tormentas de primavera, totalizando 2,1 días al año. El máximo de días de tormenta ocurrieron el mes de junio de 1944, con 8 días.

El promedio anual de días de precipitación apreciable, igual o superior a 0,1 mm es de 76,7. Como nos indica el Cuadro V, las menores frecuencias se observan en los meses de verano, siendo bastante uniforme el resto del año.

En cuanto al número de días en los que la precipitación media ha sido igual o superior a 10 mm asciende a 19,4 días, con parecida frecuencia mensual, excepto el mínimo veraniego. Dado el carácter seco de la zona, las lluvias superiores a 30 mm son muy escasas.

Cuadro V

	Días de Lluvia	Días de Nieve	Días de Granizo	Días de Tormenta	Días de Niebla	Días $\geq 0,1$	Días con $\geq 1,0$	Precip.		
								$\geq 10,0$	$\geq 30,0$	
Enero	9,4	0,3	0,1	0,1	1,2	9,3	8,1	2,2	0,3	
Febrero	8,3	0,3	0,3	0,1	0,7	8,5	7,4	2,2	0,1	
Marzo	9,3	0,1	0,6	0,6	0,4	9,1	8,0	2,3	0,2	
Abril	8,8	0,0	0,5	1,9	0,2	8,4	7,4	1,7	0,2	
Mayo	7,9	0,0	0,2	1,5	0,2	6,9	5,7	1,3	0,1	
Junio	3,6	0,0	0,1	1,2	0,0	3,2	2,7	0,8	0,1	
Julio	1,3	0,0	0,1	0,8	0,0	1,1	0,9	0,2	0,1	
Agosto	1,6	0,0	0,0	0,6	0,0	1,2	0,9	0,2	0,0	
Septiembre	4,0	0,0	0,0	1,2	0,1	3,6	3,1	0,9	0,2	
Octubre	7,7		0,0	0,0	0,5	0,3	7,2	6,2	2,1	0,4
Noviembre	9,3		0,0	0,1	0,1	0,5	8,9	7,8	2,6	0,4
Diciembre	9,0		0,2	0,1	0,1	1,2	9,3	8,0	2,9	0,5
Anual	80,2		0,9	2,1	7,7	4,8	76,7	66,2	19,4	2,6

Los datos de precipitación se representan gráficamente en la Figura 4, que nos permite observar la evolución anual de las precipitaciones medias en la zona de estudio, en la que es de destacar su regularidad con el mínimo relativo en verano.

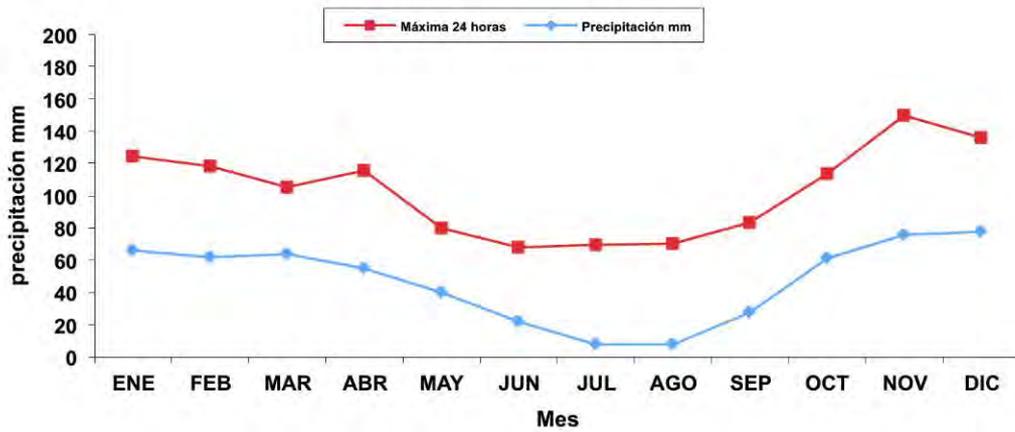
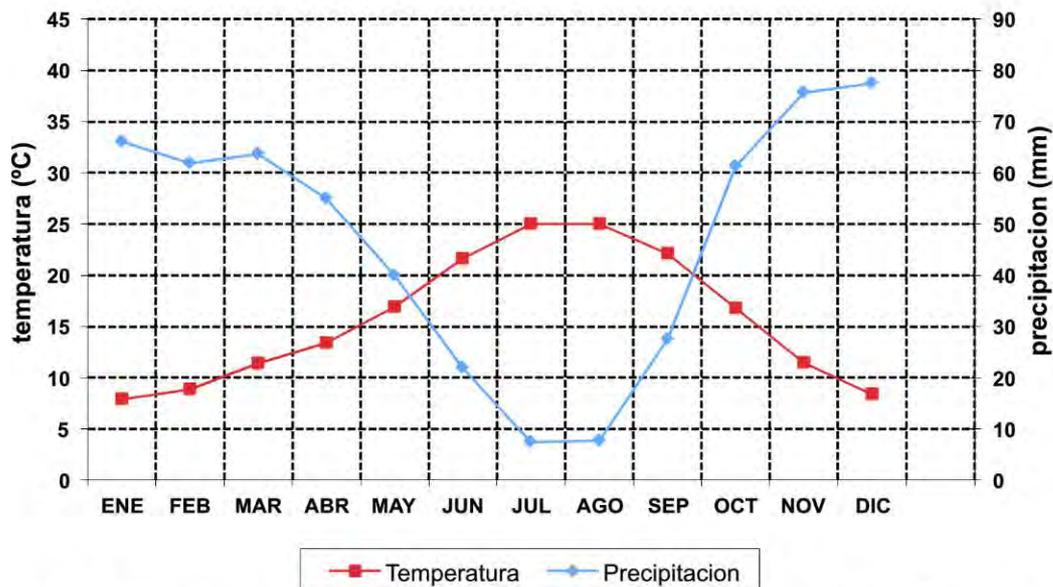


Figura 4.- Precipitación mensual.

DIAGRAMA OMBROMÉTRICO DE GAUSSEN

Figura 5.- Diagrama Ombrométrico.



En el diagrama ombrométrico de Gausson (Figura 5) se observa la existencia de un periodo seco algo más corto que el verano climatológico de Zafra, desde mediados de junio a finales de septiembre, en el cual la temperatura es superior a la precipitación, ocurriendo lo contrario en el resto de los meses.

Cuando la curva de temperatura está por encima de la de precipitación, supone un déficit de humedad en el suelo, ya que existe mucha evapotranspiración; en cambio, cuando la curva de precipitación está por encima de la de temperatura, existe un superávit de humedad en el suelo. Si la precipitación está entre dos y tres veces la temperatura, el mes se considera semihúmedo, y si es superior a tres veces, el mes se considera húmedo. Según este criterio, son meses secos de junio a septiembre, húmedos los restantes, excepto mayo que es semihúmedo.

VALORES DE ALGUNOS ÍNDICES CLIMATOLÓGICOS

En el Cuadro VI se indican los valores del índice de continentalidad de Johansson (**K**), el índice de aridez de Lang (**L**), el índice de aridez de Martonne (**M**), así como el índice termopluiométrico de Dantin y Revenga (**I**).

Estos índices se definen de la siguiente manera:

$$K = 1,6 (A / \text{sen } J) - 14$$

$$L = R / T$$

$$M = R / (T+10)$$

$$I = 100 T / R$$

Donde **R** es la precipitación media anual, **T** es la temperatura media anual, **A** es la temperatura media del mes más cálido menos la temperatura media del mes más frío y **J** es la latitud geográfica.

Cuadro VI

<i>Índice de Johansson</i>	<i>Índice de Lang</i>	<i>Índice de Martone</i>	<i>Índice de Dantin-Revenga</i>
30	36	22	2,8
Continental	Árido	Subhúmedo	Semiárido

Del cálculo de los índices anteriores podemos concluir que nos encontramos ante un clima notablemente continental de carácter semiárido.

CLIMOGRAMA

Dentro del estudio realizado para el Balneario de El Raposo, nos parece interesante incluir los climogramas y el estudio bioclimatológico de la zona. Para el climograma se han tomado como base los datos horarios de temperatura y humedad relativa registrados en la estación meteorológica automática de Zafra. La serie abarca desde enero de 2008 a abril de 2011. En cuanto al viento, sus datos proceden de la misma estación.

El climograma temperatura-humedad asocia estas dos variables a las sensaciones climáticas que percibimos en cada instante. En la Figura 6 se representan los valores mensuales del par temperatura-humedad relativa, representándose igualmente las zonas de sensaciones climáticas.

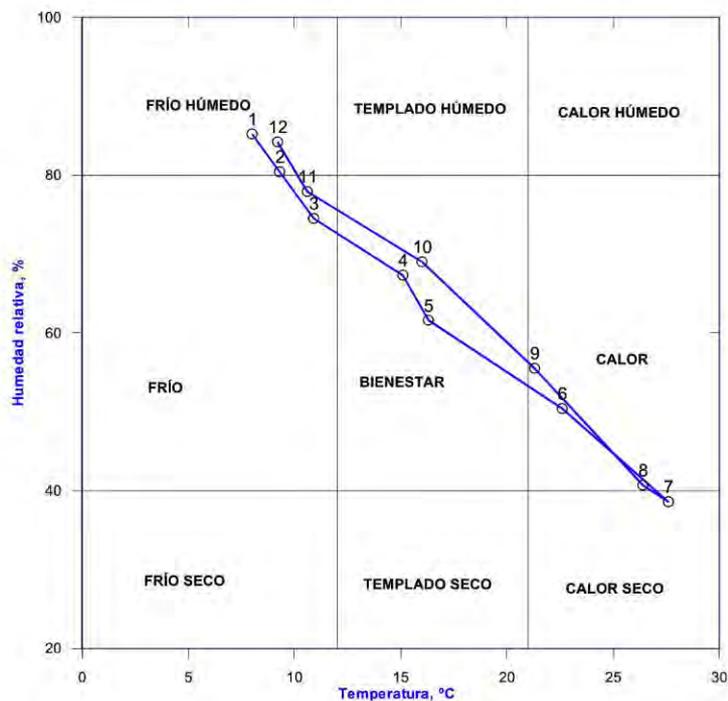


Figura 6.- Climograma Temperatura – Humedad.

El hombre está afectado por el tiempo y el clima de muchas maneras que influyen en las sensaciones de bienestar o de incomodidad que percibe y que, además, tienen una consecuencia tanto física como mental, reflejándose en su conducta. Para calcular estos efectos se utilizan indicadores de sensación. Estos indicadores se derivan de estudios de

sensaciones de calor y frío en humanos, con medidas simultáneas de parámetros climáticos efectivos, suministrando una relación directa con el medio ambiente térmico.

El indicador utilizado para el estudio bioclimático del Balneario de El Raposo ha sido la Temperatura Efectiva TE, definida por Missenard, en la que se incluyen la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento.

Numerosos estudios biológicos sugieren que la TE de 24 °C suministra un límite de carga crítica de calor, por encima de esta temperatura existe un límite máximo de confort humano que ronda los 30 °C.

El bienestar térmico depende de las condiciones fisiológicas de cada persona (producción de calor, difusión de calor por la piel, secreción de sudor, ventilación pulmonar, etc.), de su vestimenta y de su nivel de actividad que influye en las anteriores, y de las condiciones ambientales.

La clasificación climática de acuerdo con el criterio de Missenard es la siguiente:

> 30 °C	Muy caluroso
24,1 °C a 30 °C	Calor moderado
18,1 °C a 24 °C	Calor agradable
12,1 °C a 18 °C	Suave
6,1 °C a 12 °C	Fresco
0,1 °C a 6 °C	Muy fresco
- 11,9 °C a 0 °C	Frío
<-12 °C	Muy frío

En el Cuadro VII figuran las distribuciones mensuales de frecuencias relativas, en %, de las temperaturas efectivas TE de Missenard, así como su valor medio, calculadas para la zona de Zafra, teniendo en cuenta la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento.

Cuadro VII.- Distribución de frecuencias de las TE de Missenard T-H-V.

	<-12	-12-0	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30	>30	MEDIA
Enero	1.19	42.62	39.70	14.94	1.55	0.00	0.00	0.00	0.8
Febrero	0.00	37.02	37.37	20.92	4.69	0.00	0.00	0.00	2.0
Marzo	0.00	6.51	28.80	35.31	22.34	6.98	0.05	0.00	8.7
Abril	0.00	22.34	41.94	25.52	9.13	1.07	0.00	0.00	4.3
Mayo	0.00	4.53	22.06	39.83	22.67	10.91	0.00	0.00	9.8
Junio	0.00	0.00	3.54	22.78	32.08	29.65	11.94	0.00	16.5
Julio	0.00	0.00	0.13	3.54	27.65	36.49	31.69	0.51	21.1
Agosto	0.00	0.00	0.22	6.58	30.63	34.87	27.19	0.51	20.0
Septiembre	0.00	0.00	2.61	25.71	37.71	29.31	4.66	0.00	15.5
Octubre	0.00	4.58	20.05	35.89	31.46	8.02	0.00	0.00	10.1
Noviembre	0.00	27.97	36.30	28.16	7.28	0.29	0.00	0.00	3.8
Diciembre	0.71	36.92	41.15	19.17	1.99	0.06	0.00	0.00	1.5
Anual	0.16	17.87	26.21	24.04	17.15	10.18	4.35	0.06	8.1

La distribución anual de las sensaciones climáticas se representa, en porcentaje, en el diagrama circular de la Figura 7.

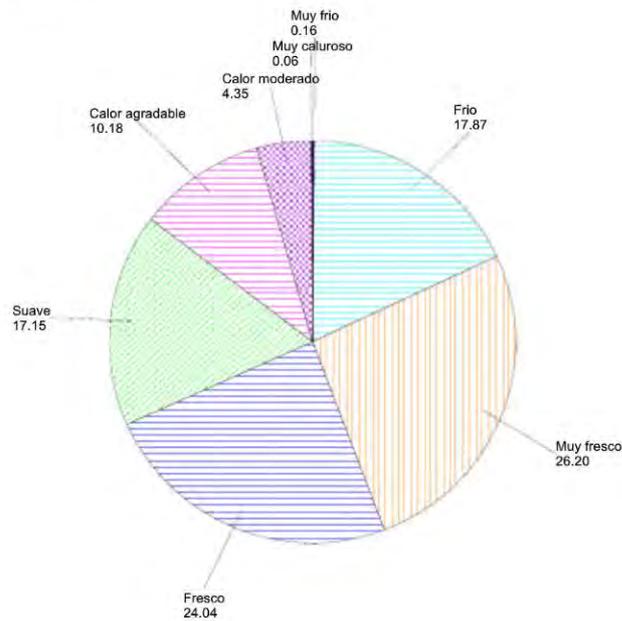


Figura 7.- Distribución anual de sensaciones térmicas.

A fin de apreciar la importancia tanto de la humedad relativa como del viento, en el Cuadro VIII figuran los valores medios mensuales y anual de la temperatura, del índice de Missenard teniendo en cuenta únicamente la temperatura y la humedad relativa, y de la temperatura efectiva de Missenard, teniendo en cuenta la temperatura, la humedad y la velocidad del viento. Los datos corresponden a los años 2008- 2011, y para el cálculo de las medias mensuales y anual se tienen en cuenta todas las medidas horarias.

Cuadro VIII.- Temperaturas medias, Sensación térmica de Missenard y Sensación térmica de Missenard con viento.

Mes	T. media	T-H	T-H-V
Enero	8.0	8.0	0.8
Febrero	9.3	9.2	2.0
Marzo	10.9	10.6	4.3
Abril	15.1	14.0	8.7
Mayo	16.3	14.9	9.8
Junio	22.6	19.5	16.5
Julio	27.6	22.9	21.1
Agosto	26.4	22.1	20.0
Septiembre	21.3	18.9	15.5
Octubre	16.0	14.9	10.1
Noviembre	10.6	10.4	3.8
Diciembre	9.2	9.2	1.5
Anual	14.8	13.5	8.1

El efecto del viento es más acusado a bajas temperaturas. La máxima temperatura efectiva registrada en el período de medidas fue de 30,8 °C el día 4 de agosto de 2008 a las 17 horas, correspondiendo a una temperatura de 39,4 °C, una humedad del 22 %, y viento del suroeste de 1,9 m/s. La mínima temperatura efectiva se registró el día 7 de enero de 2010 a las 20 horas, siendo de -16,0 °C, correspondiendo a una temperatura del aire de 0,8 °C, una humedad del 97 %, y una velocidad del viento del norte de 6,1 m/s, coincidiendo además con la máxima diferencia encontrada entre la temperatura real y la efectiva de sensación.

VIENTO

El estudio se ha basado en los datos horarios obtenidos en la estación meteorológica automática de Zafra. En el Cuadro IX figura la rosa de vientos de para el período de enero de 2008 a marzo de 2011, en la forma de frecuencias de simultaneidad de la dirección y la velocidad del viento, expresadas en tantos por ciento.

Cuadro IX. Rosa de vientos.

Velocidad, m/s.

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	>8	TOTAL
N	0.81	1.37	0.96	0.72	0.26	0.08	0.05	0.01	0.00	4.25
NNE	0.27	0.47	0.40	0.34	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	1.61
NE	0.23	0.40	0.33	0.24	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	1.24
ENE	0.23	0.29	0.23	0.16	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.96
E	0.34	0.67	0.54	0.49	0.19	0.04	0.01	0.00	0.00	2.27
ESE	0.77	1.14	0.99	0.66	0.35	0.17	0.04	0.01	0.00	4.11
SE	2.67	5.89	3.40	1.95	1.07	0.51	0.16	0.06	0.02	15.72
SSE	3.15	9.53	5.41	1.99	1.23	0.54	0.34	0.10	0.13	22.42
S	1.03	2.71	2.63	1.22	0.72	0.28	0.19	0.06	0.11	8.94
SSW	0.27	0.56	0.51	0.43	0.23	0.06	0.05	0.01	0.04	2.17
SW	0.18	0.51	0.44	0.26	0.11	0.02	0.03	0.01	0.00	1.55
WSW	0.17	0.56	0.54	0.34	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	1.70
W	0.62	1.39	1.39	1.16	0.51	0.15	0.08	0.05	0.01	5.35
WNW	0.50	1.31	0.98	0.93	0.43	0.12	0.14	0.08	0.06	4.54
NW	1.26	2.89	2.31	2.19	1.77	0.93	0.75	0.35	0.33	12.79
NNW	1.19	2.49	2.19	2.15	1.23	0.54	0.40	0.14	0.05	10.39
TOTAL	13.68	32.19	23.26	15.24	8.36	3.45	2.24	0.85	0.74	100.00
CALMAS	4.28	OBSERVACIONES		19.824						

En la Figura 8a se representan gráficamente las frecuencias en que el viento ha soplado de cada dirección. Destaca el claro predominio de los vientos del cuadrante Sureste, seguido de los procedentes del cuadrante Noroeste. En la Figura 8b se representan las velocidades medias anuales correspondientes a cada dirección del viento. Lo más destacable es la frecuencia de vientos débiles, menores de 3 m/s, que alcanzan casi el 70 % del tiempo.

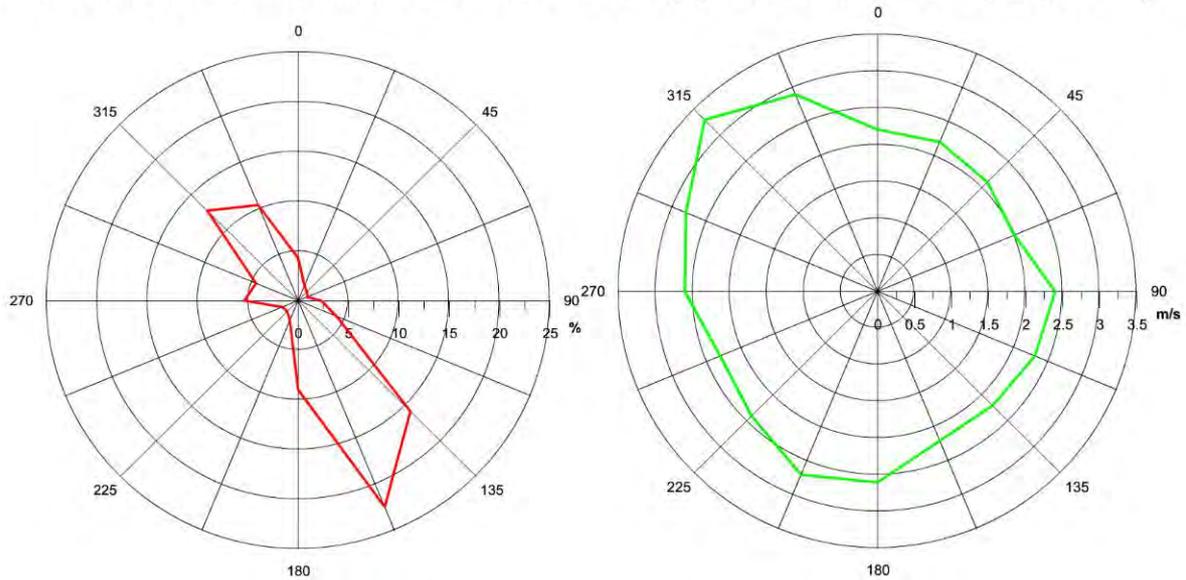


Figura 8.- Rosa de vientos:

A) Frecuencias.

B) Velocidades.



Esta monografía se terminó de imprimir en Madrid en junio de 2013.

© **Real Academia Nacional de Farmacia**. Todos los derechos reservados.

Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio, sin su consentimiento expreso.

EL RAPOSO

PUBLICACIONES ELECTRÓNICAS

REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA



La provincia de Badajoz, en la Comunidad Autónoma de Extremadura, cuenta en el suroeste con un único Balneario, denominado “El Raposo”, que se halla ubicado en el que fue un pequeño pueblo “El Raposo”, distante 6 Km del término municipal de Puebla de Sancho Pérez al que pertenece.

Se tienen antecedentes de la existencia del Balneario desde el último tercio del siglo XIX.

A principios del siglo XX D. José Hidalgo tuvo la iniciativa de fundar el Balneario, que no pudo culminar y fue su viuda D^a Fernanda Durán quien hizo posible la construcción de unas piscinas así como dependencias para la utilización adecuada de las aguas y lodos por los bañistas.

Hoy día, la familia Cortés Moro es la única accionista y gestora del Balneario. Hay que destacar la extraordinaria labor realizada por D. Antonio Cortés Muñoz, padre de los actuales accionistas, que se hizo cargo del Balneario y llevó la gestión y administración del Balneario, junto a su esposa D^a Pilar Moro Moraño, realizando una importante tarea, de manera continuada, de reformas y ampliaciones de la estación termal.