

ANALES DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA

Volumen 81 | Número Extraordinario | 2015



Balneario Villa de Olmedo (Valladolid)

ISSN 1697-4271



REAL ACADEMIA
NACIONAL DE
FARMACIA



Instituto
De España



Ministerio de
Educación
Cultura y Deporte

Publicación científica electrónica trimestral

Madrid, Spain

EQUIPO EDITORIAL-EDITORIAL BOARD

Director-Editor Jefe-Editor in Chief

Antonio L. Doadrio

Editor Científico-Scientific Editor

José Miguel Ortiz Melón

Editor Ejecutivo-Executive Editor

Jesús Pintor Just

Editores asociados-Associate Editors

María del Carmen Avendaño López

Gregorio Rodríguez Boto

Consejo editorial-Editorial Advisory Board

Bartolomé Ribas Ozonas, Ángel María Villar Del Fresno, Juan Ramón Lacadena Calero, Eugenio Sellés Flores, Ana M^a Pascual-Leone Pascual, M^a del Carmen Francés Causapé

Comité científico internacional-Editorial International Board

Aquiles Arencibia Orrego (Chile), Bernard Portha (France), Herbert Zimmermann (Germany), Geoffrey Burnstock (United Kingdom), Vincenzo Tortorella (Italy), Fernando Quevedo Ganoza (Perú), Adolfo Pérez Miravete (México), Kazurhiro Imai (Japan), Carl-Göran Edén (Sweden), Lucette Bardet (France), Joaquim Alexandre Ribeiro (Portugal)

COMISIÓN DE AGUAS MINERALES Y MINERO MEDICINALES

Presidenta

M^a del Carmen Francés Causapé

Secretaría Académica

M^a Del Carmen de la Rosa Jorge

Vocales

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

Editor

Antonio L. Doadrio Villarejo

e-mail : biblioteca@ranf.com

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

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

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

Publicación subvencionada por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Gobierno de España

©Real Academia Nacional de Farmacia. Todos los derechos reservados

Monografía nº 33 de la Comisión de aguas minerales y minero medicinales

CONTENIDO DEL NÚMERO

EDITORIAL

M^a del Carmen Francés Causapé 8

EL BALNEARIO: HISTORIA Y GENERALIDADES

M^a del Carmen Francés Causapé, José Manuel López Guzmán y María López González 12

ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS AGUAS DEL BALNEARIO

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

José Luis López Colón 33

ANÁLISIS DE LA RADIATIVIDAD EN AGUAS DEL BALNEARIO

M^a Carmen Heras Íñiguez, Ana M^a Suáñez Fidalgo, Catalina Gascó Leonarte, Beatriz Romero del Hombrebueno, José Antonio Trinidad Ruiz y M^a Antonia Simón Arauzo 45

MICROBIOLOGÍA DEL AGUA MINERAL DEL BALNEARIO

M^a Carmen de la Rosa Jorge, Concepción Pintado García y Carmina Rodríguez Fernández 54

GEOLOGÍA, HIDROGEOLOGÍA Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL BALNEARIO

José Antonio López Geta y Antonio Ramírez Ortega 64

CLIMATOLOGÍA

Antonio Mestre Barceló, Inmaculada Cadenas Cortina, Ana Isabel Ambrona Rodríguez y César Rodríguez Ballesteros 84

SUELOS DEL ENTORNO DEL BALNEARIO

Antonio López Lafuente, Inmaculada Valverde Asenjo, José Ramón Quintana Nieto, Ana de Santiago Martín y Concepción González Huecas 101

VEGETACIÓN DEL ENTORNO DEL BALNEARIO

Miguel Ladero Álvarez, Daniel Sánchez-Mata, Elena Gil Pacheco, Miguel Ángel Luengo Ugidos, Javier González Iglesias, Javier Hernández García e Ignacio Ladero Santos 111

UTILIZACIÓN DEL LAS AGUAS DEL BALNEARIO

Josefina San Martín Bacaicoa 145

Autores Principales



Mª del Carmen Francés Causapé

Catedrática de Historia de la Farmacia y Legislación Farmacéutica.

Universidad Complutense de Madrid

Académica de Número de la Real Academia Nacional de Farmacia

Diplomada en Sanidad

mcfc@hotmail.es



Esperanza Torija Isasa

Catedrática de Bromatología.

Universidad Complutense

Académica Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia

publicaciones@ranf.com



M. Carmen Heras Íñiguez

Doctora en Ciencias Químicas.

Universidad Complutense de Madrid

Investigadora en el Departamento de Medioambiente del Centre de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas

mc.heras@ciemat.es



Mª del Carmen de la Rosa Jorge

Doctora en Farmacia. Profesora Honorífica de Microbiología.

Facultad de Farmacia. Universidad Complutense

Especialista en Análisis Clínicos y en Análisis y Control de Medicamentos.

Académica Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia

delarosa@ucm.es

Autores Principales



Juan Antonio López Geta

Dr. Ingeniero de Minas.
Ingeniero de Proyectos del Instituto Geológico y Minero
(IGME)

lopez.geta@igme.es



Antonio Mestre Barceló

Funcionario del Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado.
Jefe del Área de Climatología y Aplicaciones Operativas de
AEMET hídricos.
Miembro de la Comisión de Meteorología Agrícola y de la
Comisión de Climatología de la Organización Meteorológica
Mundial.

amestreb@aemet.es



Antonio López Lafuente

Profesor Titular de Edafología
Universidad Complutense
Académico Correspondiente de la Real Academia Nacional de
Farmacia

Lopezlafuente@ucm.es



Miguel Ladero Álvarez

Catedrático de Botánica.
Universidad de Salamanca.
Académico Correspondiente de la Real Academia Nacional de
Farmacia

m.ladero@academiadefarmaciacastillayleon.com

Autores Principales



Josefina San Martín Bacaicoa

Doctora en Medicina

Catedrática de Hidrología Médica. Universidad Complutense.
Académica Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia.

publicaciones@ranf.com

El balneario de la villa de Olmedo (Valladolid)

María del Carmen Francés Causapé

Presidenta de la Comisión de aguas minerales y minero medicinales

Como Académica de Número de la Real Academia Nacional de Farmacia, Medalla nº 43, y Presidente de la Comisión de Aguas Minerales y Minero-medicinales; es para mí un honor presentar los trabajos expuestos en dos Mesas Redondas sobre el estudio del Balneario de la Villa de Olmedo, actividad que se realiza con la colaboración de la Fundación "José Casares Gil" de la Real Academia Nacional de Farmacia.

Con esta actividad los miembros de la Comisión cumplen con el compromiso tradicionalmente adquirido con la Asociación Nacional de Balnearios (ANBAL) cuyo objetivo fundamental es dar a conocer las Aguas Minero-Medicinales declaradas de Utilidad Pública en España y potenciar actuaciones conjuntas con diversas instituciones en beneficio del producto balneario en nuestro país. Se trata de una Asociación de prestigio, que tiene su origen en la Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia creada en 1871, que forma parte de la European Spas Association y cuyo objetivo es promocionar la balneología europea basándose en las cualidades naturales de la aguas minerales; que ha colaborado con la Administración, junto al Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO) y el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad desde el año 1989 para la implantación del Programa de Termalismo social, que este año ha cumplido veinticinco años, difundiendo las propiedades curativas de las aguas termales. Al propio tiempo se relaciona con la Organización Mundial del Turismo (OMT), organismo especializado de las Naciones Unidas para el fomento del turismo internacional teniendo en cuenta que los balnearios españoles están certificados con la Marca Q por el Instituto para Calidad Turística Española porque ostentan prestigio, diferenciación, fiabilidad, rigurosidad y promoción por parte de la Secretaría de Estado de Turismo y las Comunidades Autónomas.

Las personas que realizan los estudios sobre los balnearios son todos peritos especialistas que provienen de centros oficiales: Vocales Natos de la propia Comisión como Académicos de Número y Correspondientes, de Profesores Catedráticos o Profesores Titulares de Universidad; y de organismos estatales o centros públicos de Investigación como la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), dependiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; el Centro de

Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) así como el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) que son organismos públicos de Investigación adscritos al Ministerio de Economía y Competitividad. Este año se han incorporado a la Comisión como Vocales natos: el Dr. José López Guzmán, Académico Correspondiente, que en adelante por su conocimiento del origen y evolución de los balnearios españoles colaborará conmigo en la realización de la Historia y Generalidades relativas a cada balneario; y D. Antonio Mestre Barceló, Jefe del Área de Climatología y Aplicaciones Operativas nombrado a propuesta de la Agencia Estatal de Meteorología; al objeto de que realice los estudios climáticos en el entorno de cada balneario.

Inicio mi mandato como Presidente de la Comisión de Aguas Minerales y Minero-medicinales con determinación y entusiasmo, prueba de ello es que con esta Mesa Redonda y la segunda que tendrá lugar el día 3 de abril, se presentan los estudios sobre el Balneario de la villa de Olmedo (Valladolid) y la Comisión ya está incurso en el estudio del balneario de Villavieja (Castellón) respondiendo así al primer objetivo, al dictado de nuestro Presidente, el Excmo Sr. D. Mariano Esteban Rodríguez y apoyándole para hacer realidad el "brainstorming" en relación con el estudio científico y técnico de los balnearios españoles; y haciendo posible el segundo objetivo: la difusión de los trabajos de la Comisión para lo cual cuento, no me cabe duda, con el apoyo incondicional del Secretario General de la Real Academia Nacional de Farmacia, Excmo Sr. D. Bartolomé Ribas Ozonas; y del eficaz responsable de Publicaciones, Informática y Comunicación, Excmo Sr. D. Antonio Luis Doadrio Villarejo, para que vean la luz los Anales Extraordinarios dedicados a los Balnearios y las correspondientes Monografías XXXIII y XXXIV que harán posible dar a conocer a la Sociedad Española no solo la labor que se hace desde la Real Academia Nacional de Farmacia en este campo específico sobre los Balnearios españoles sino también la divulgación y puesta en valor ante los diferentes centros oficiales antes mencionados, y los Ministerios de Educación, de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad y, en definitiva, ante los ciudadanos españoles; de las aguas de los Balnearios españoles en la salud pública.

Este número extraordinario de los Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia, es la memoria XXXIII, redactada y publicada por la Comisión para el estudio de la Aguas Minerales y Minero-medicinales de esta Real Academia que actualmente, según Decreto 367/2002 de 19 de abril de 2002 (B.O.E. nº 110, de 8 de mayo de 2002) se considera como Comisión Permanente de carácter técnico y cuya finalidad primordial es el estudio de las aguas utilizadas en los Balnearios españoles.

En esta Memoria se estudia primeramente por la Profesora María del Carmen Francés Causapé, Académica de Número, en colaboración con el Profesor José López Guzmán, Académico Correspondiente, y la Dra. con mención Europea María López

González; la situación del Balneario de la Villa de Olmedo y su entorno. El Balneario se encuentra fuera de la muralla de Olmedo, en la zona sureste de la provincia de Valladolid, en la Comunidad Autónoma de Castilla-León. Se pone de manifiesto el antiguo origen de la villa de Olmedo y su rico patrimonio cultural, histórico y artístico así como el origen del uso de las aguas medicinales por las monjas cistercienses del Convento Sancti Spiritus estando el Balneario edificado sobre sus ruinas y habiendo sido declarada en el año 2005 su agua como "Termal y mineromedicinal".

La Profesora M^a Esperanza Torija Isasa, Académica Correspondiente, con sus colaboradores Dra. M^a Mercedes García Mata y Dra. M^a Dolores Tenorio Sanz del Departamento de Nutrición y Bromatología II de la Facultad de Farmacia UCM y el Dr. José Luis López Colón del Instituto Toxicológico de la Defensa, efectúa una revisión de los análisis físico-químicos efectuados anteriormente y actualiza la composición de las aguas utilizadas en el Balneario deduciendo que se trata de aguas termales de alta mineralización.

Igualmente M^a del Carmen de la Heras y M^a Antonia Simón Arauzo, con sus colaboradoras A. M. Suáñez Fidalgo, C. Gascó Leonarte, B. Romero del Hombrebueno Pozuelo y J.A. Trinidad Ruiz del CIEMAT han realizado un estudio radiológico de las aguas del Balneario determinando cuantitativamente los radionúclidos naturales más significativos que no tienen incidencia sobre la salud pública.

Si interés tiene el conocimiento de la composición química y el estudio radiológico de las aguas del Balneario, también es importante el estudio microbiológico que ha sido efectuado por la Profesora M^a del Carmen de la Rosa Jorge, Académica Correspondiente, en colaboración con Concepción Pintado García y Carmina Rodríguez Fernández, del Departamento de Microbiología II de la Facultad de Farmacia UCM, demostrando que están exentas de contaminación por microorganismos de origen fecal y al analizar la microbiota autóctona comprobaron que no afecta a la salud pública.

En el estudio hidrogeológico, redactado por Juan Antonio López Geta del IGME, en colaboración con Antonio Ramírez Ortega, Académico Correspondiente, se pone de manifiesto la surgencia de las aguas del Balneario y el perímetro de protección.

El Dr. Antonio Mestre Barceló Jefe del Área de Climatología y Aplicaciones Operativas de la AEMET y sus colaboradores Dra. Inmaculada Cadenas Cortina, Dra. Ana Isabel Ambrona Rodríguez y Dr. César Rodríguez Ballesteros, poniendo de manifiesto las variables meteorológicas de temperatura y precipitación.

El Profesor Antonio López Lafuente, Académico Correspondiente, y sus colaboradores. Dra. Inmaculada Valverde Asenjo, Dr. José Ramón Quintana Nieto Dra. Ana de Santiago Martín y Concepción González Huecas del Departamento de Edafología de la Facultad de Farmacia UCM, han estudiado los suelos del término

municipal de Olmedo y su entorno poniendo de manifiesto diversos factores formadores del mismo: topografía, litología y vegetación.

Los estudios sobre la vegetación del entorno del Balneario han sido redactados por los Profesores y Académicos Correspondientes Miguel Ladero Álvarez, del Herbario de la Universidad de Salamanca y Daniel Pablo de la Cruz Sánchez Mata del Departamento de Biología Vegetal II; Junto a los colaboradores Dra. Elena Gil Pacheco, Dr. Miguel Ángel Luengo Ugidos, Dr. Javier González Iglesias, Dr. Javier Hernández García y Dr. Ignacio Ladero Santos poniendo de manifiesto las especies vegetales endémicas de la zona así como aquellas que tienen propiedades medicinales.

Finaliza esta Memoria con el estudio de la acción terapéutica de las aguas del Balneario, ha sido realizado por la profesora Josefina San Martín Bacaicoa, Académica Correspondiente, que pone de manifiesto la calificación de las aguas respecto a su composición química y sus efectos sobre el organismo humano señalando sus indicaciones terapéuticas y las posibles contraindicaciones aportando datos socio-demográficos y clínicos de la población asistente al Balneario.

ESTUDIO 1

El balneario: historia y generalidades

Title in English: *The Spa: History and generalities*

María del Carmen Francés Causapé¹, José López Guzmán², María López González^{3*}

¹Académica de Número de la Real Academia Nacional de Farmacia. ²Académico Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia. ³Doctora en Farmacia con Mención Europea por la Universidad Complutense de Madrid. *marialopezglez@yahoo.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 81, Special Issue (2015) pp. 12-32.

RESUMEN
Se hace una reseña de la situación geográfica del Balneario de la Villa de Olmedo, 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 2006 y otros referentes a la acción terapéutica de sus aguas.
Palabras clave: Agua mineromedicinal; Terapéutica; Balneario; Sancti Spiritus; Olmedo; Valladolid; Castilla-León.

ABSTRACT
An account of the geographical position of Villa Olmedo's 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 mineral medicinal waters of this spa and about the notices in relationship the date in which it was open (2006) and another ones in relationship the medically effects of the waters and muthbath.
Keywords: Mineralmedicinal water; Therapeutic benefit; Muthbath; Sancti Spiritus'Spa; Olmedo's Spa; Valladolid; Castilla-León.

1. INTRODUCCIÓN

El Balneario de la Villa de Olmedo se encuentra situado en la zona sureste de la provincia de Valladolid, fuera de la muralla de esta localidad de la Comunidad Autónoma de Castilla-León. Los datos cartográficos le sitúan en las coordenadas X= 359.280 e Y= 4.572.212 UTM del Huso 30 y a 770 metros de altitud sobre el nivel del mar (1). El Balneario está perfectamente comunicado con Madrid, Valladolid y Medina del Campo.

Su acceso, por carretera, desde Madrid, ciudad de la que dista 145 km; se realiza por la Nacional N-601 pudiéndose utilizar la línea de autobuses de la empresa

ALSA. Igualmente desde Valladolid, capital de la provincia que se encuentra a 45 km de distancia. Medina del Campo está a 20 km de distancia de Olmedo, población a la que se llega desde la carretera comarcal C-112 enlazando con la autovía A6 del Noroeste de Castilla.

Desde otros puntos de la Península el traslado al Balneario puede verificarse en avión al aeropuerto de Valladolid, sito en la población de Villanubla, o bien por ferrocarril, utilizando un tren rápido, trasladándose posteriormente en autobús hasta la estación de autobuses, que tiene la parada a escasos metros del Balneario.

2. EL MUNICIPIO DE OLMEDO

El municipio de Olmedo donde está enclavado el Balneario cuenta con una población de 3.897 habitantes. Las condiciones orográficas de Olmedo son esteparias, se caracterizan por extensas llanuras y con colinas de escasa elevación. Olmedo se sitúa en el valle del río Adaja, afluente del río Duero (Figura 1); que discurre por su extremo oeste. Además, el río Eresma, afluente del Adaja, recorre el extremo oriental de Olmedo. Las aguas de estos ríos suelen estar limpias y cristalinas, gracias al efecto depurador de los arenales que atraviesan; y en ellas se aloja una fauna muy rica a base de peces como lamprehuelas, bermejuelas, boga de Duero, calandrino y el cangrejo de río, que ha sido sustituido por el cangrejo señal.



Figura 1. Situación del balneario en el Google Maps.

El recorrido de ambos ríos proporciona una vegetación boscosa de ribera constituida por sauces, álamos, fresnos, chopos, olmos, espinos, endrinos, juncias y zarzas. El carácter encajado de los ríos Adaja y Eresma forma un interesante ecosistema pues los bosques de ribera se mezclan con los pinares de pino negral y pino piñonero.

El término municipal de Olmedo se halla atravesado por diversos arroyos como son: el Cuadrón, el Chorlito y el Caño, que vierten sus aguas al río Eresma; y Torcas, que las vierte al río Adaja. Asimismo, en Olmedo aparecen humedales, en forma de pequeños lavajos o bodones, que están vinculados a las descargas pluviales del acuífero Los Arenales, que toma las aguas de lluvia de la sierra de Ávila; dando lugar a las Lagunas de Olmedo, de los Estragales, de El Pozuelo, de las Huertas, de la Dobra, Fuente Veguilla, del Caño, etc. que hace posible que se desarrollen usos agrícolas intensivos en tierras olmedanas como son diversos tipos de pastizales, además de enriquecer el paisaje y favorecer la biodiversidad con una flora "riquísima así en plantas medicinales como aromáticas" (2). El farmacéutico Daniel Gutiérrez Martín, nacido en Olmedo, estudió con detalle, a principios del siglo XX, en su Tesis Doctoral, presentada en la Universidad Central en 15 de noviembre de 1904; la flora del partido judicial de Olmedo y señalaba no sólo plantas comestibles como la achicoria, sino también otras que se usaban habitualmente en la zona como medicinales como son: la sanguinaria, antihemorrágica; el malvavisco, preparado en cataplasmas como emoliente y resolutive; plantas aromáticas como el cantueso, el espliego y el tomillo salsero, usadas en sahumero como emolientes: el llantén con cuyo cocimiento se hacían gargarismos; la centaurea, que gozaba de fama porque su cocimiento era considerado útil como febrífugo; el saúco cuyas flores en infusión se indicaban como sudoríficas; las hojas de vellosillo como cicatrizantes en las heridas y la hierba del árnica porque la maceración de sus flores en alcohol se empleaba en sustitución del *Árnica montana* como analgésico y antiséptico (3).

Si en las llanuras esteparias el mamífero más representativo es la liebre ibérica, entre las aves esteparias la avutarda es la reina indiscutible y alrededor de los humedales se concentra una variada fauna acuática como el tritón jaspeado, gallipato y diferentes especies de ranas y sapos.

La importancia ecológica de los recursos naturales del municipio de Olmedo ha hecho posible que por su valor fuera incluido en la Red Natura 2000 como Lugar de Interés Comunitario.

En el terreno llano de Olmedo más del 64% de su superficie agrícola se explota en secano y el resto a regadío según la dotación estipulada por el Plan Hidrológico de la Cuenca del Duero. Entre su producción agrícola de secano destacan los cereales: cebada y trigo; algarrobas, girasoles, garbanzos y otras legumbres; mientras que entre la de regadío la zanahoria y diversas hortalizas pero sobre todo dispone de una superficie muy elevada dedicada al cultivo de la remolacha azucarera y de la que, a través de la Cooperativa ACOR radicada en Olmedo, se realiza una importante actividad económica, actividad motivada por la entrada en vigor en la Unión Europea de la nueva Organización Común del Mercado del Azúcar, lo que permite conseguir nuevos ingresos para la industria azucarera española no sólo por la producción y

comercialización del azúcar en sí sino también por la comercialización de los coproductos que se obtienen como son la pulpa seca y la melaza de la remolacha que son destinados al mercado de la alimentación animal (4).

Respecto a la explotación ganadera, en Olmedo ésta se encuentra muy industrializada y destaca por la producción aviar pues supera a las importantes explotaciones porcinas y vacunas. La gestión de la producción de los residuos ganaderos se afronta en Olmedo desde la perspectiva de las buenas prácticas ambientales recogidas en el Código de Buenas Prácticas Agrarias de Castilla y León (5).

La repostería de Olmedo es de elaboración artesanal, tienen fama sus turroneos y sus deliciosos pasteles como las rosquillas de aceite, las "cagadillas de gato", los bollos de azúcar, las magdalenas, los "mudejaritos", que son mantecados de almendra; el tortón de mosto y las delicias del caballero.

2.1. Historia del Municipio de Olmedo



Figura 2. Escudo de la villa de Olmedo.

Olmedo debe su nombre a la abundancia de Olmos que existían en su zona y de los que hoy conserva muy pocos, entre ellos uno de los que fueron tratados contra la grafiosis, el llamado popularmente "Olma de San Andrés", un olmo común negrilla que tiene 1950 cm de altura y que mantiene su identidad puesto que aparece en la parte superior del escudo heráldico de la villa, como símbolo de fortaleza y robustez del pueblo y de su etimología que significa "Tierra de Olmos". La villa de Olmedo blasona su escudo partido en faja: en el jefe, dos leones de gules, atados al tronco del olmo que hacen referencia a la batalla que enfrentó en Olmedo a dos reinos distintos: Castilla y Aragón. En la punta, un castillo de oro en campo de gules y al timbre, una estrella entre cuatro flores de lis (Figura 2).

Los vacceos fueron habitantes de la cuenca central del Duero durante la Edad del Hierro cuya población se articulaba en los *oppida*, centros urbanos fortificados con una agricultura muy desarrollada tanto de secano como de regadío y en los que la ganadería tenía un papel muy importante, sobre todo la ovina y caballo. No obstante, es poca la información sobre el territorio vacceo debido a la escasez de excavaciones arqueológicas pero sí podemos asegurar que ocuparon la totalidad de la provincia de Valladolid y que sus actividades dieron lugar a que mantuvieran intercambios comerciales importantes con los pueblos fronterizos así como *razzias* para conseguir aumentar su riqueza. Sus vías de comunicación estarían claramente asentadas y serían utilizadas por Roma en la conquista y trazado de las calzadas romanas (6).

Tras tres siglos de dominación musulmana, Olmedo fue conquistada por Alfonso VI el Bravo, rey de Castilla y León, en 1085 quien la repobló en 1093 pasando a ser una villa de realengo. Pedro I el Cruel en 1388 la cedió a su hija Constanza, Duquesa de Lancaster, a cambio de que ésta renunciara a sus derechos dinásticos a la Corona de Castilla.

Posteriormente, en 1412 pasó a dominio del infante D. Fernando, rey de Aragón, pero en la batalla que tuvo lugar en Olmedo en 1445 en tiempos de Alfonso V el Magnánimo pasó de nuevo a poder de los castellanos bajo el reinado de Juan II, rey de Castilla y León. Enrique IV de Castilla sucedió a éste en el trono de Castilla pero un levantamiento nobiliario proclamó en 1465 heredero del trono a su hermano Alfonso que estableció su corte en Olmedo. En 20 de agosto de 1467 en otra batalla, que se libró a las afueras de Olmedo, se derrotó a los nobles rebeldes y Enrique IV quedó vencedor pero su autoridad quedó muy mermada. El panorama político de Castilla se vio muy alterado con la muerte del príncipe Alfonso en 1468 y mediante el Tratado de los Toros de Guisando su herencia fue recogida por la princesa Isabel, que más tarde sería la reina Isabel la Católica. La importancia que se daba a la villa de Olmedo por entonces se deduce del refrán popular que dice: "Quien señor de Castilla quiera ser a Olmedo de su parte ha de tener" y de hecho todavía en el siglo XVIII estaba habitada por "mucho nobleza" (7).

2.2. Patrimonio histórico-artístico de Olmedo

Olmedo se caracteriza por ser la capital de mudéjar vallisoletano puesto que en sus edificaciones se usa una decoración a modo musulmán acondicionada a las estructuras románicas levantadas con ladrillos. La villa conserva su trazado medieval y desde siglos atrás era conocida como la "Villa de los Siete Sietes" porque en su recinto amurallado había siete puertas de entrada, y contaba con siete iglesias, siete conventos, siete plazas, siete casas nobiliarias, siete fuentes y siete pueblos en su alfoz, a saber: Puras, Almenara de Adaja, Bocigas, Fuente Olmedo, Llano de Olmedo, Aguasal y La Zarza (8). En Olmedo cabe distinguir su patrimonio arquitectónico militar, civil y religioso.

2.2.1. Patrimonio arquitectónico militar

Olmedo, al ser una ciudad de realengo, estaba amurallada desde la Edad Media para su defensa ya que formaba parte de las Comunidades de Villa y Tierra de Castilla. Gran parte de su muralla todavía se conserva y consiste en muros gruesos de mampostería y hormigón, de estilo típicamente mudéjar, con cubos rectos que sobresalen del recinto amurallado. De las siete puertas de entrada a la villa, sólo se conservan dos: la de la Villa, que era la puerta principal que también es conocida

como Arco de San Juan porque por ella entran los toros en los tradicionales encierros de San Juan; y que consta de un doble arco de medio punto de ladrillo y está flanqueada en su cara externa por dos grandes cubos semicirculares de mampostería rematados en dientes de sierra (Figura 3).

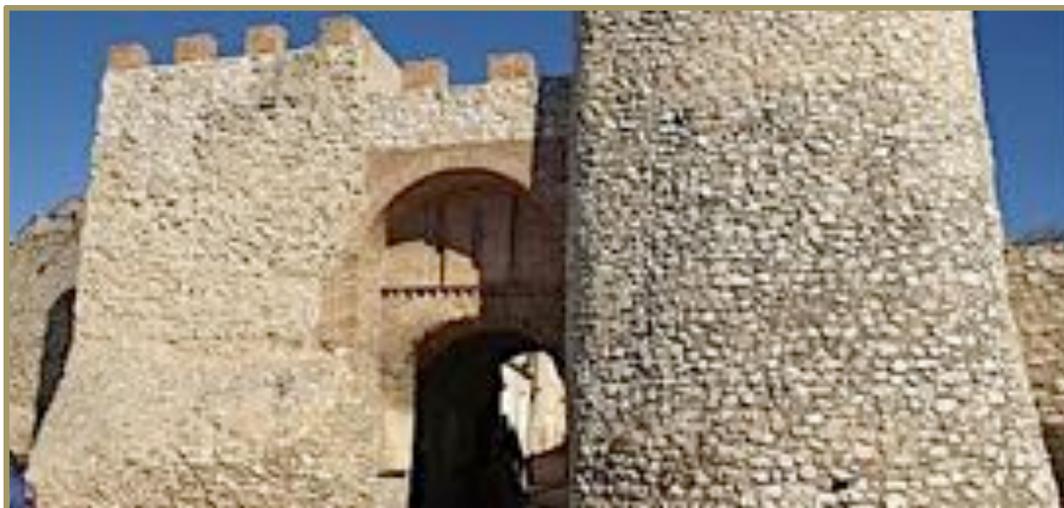


Figura 3. Arco de San Juan, puerta principal de entrada a la villa de Olmedo.

La otra puerta es la de San Miguel que es muy similar a la de la Villa de la que se diferencia en que de los dos cubos externos de mampostería uno es cuadrado y el otro semicircular.

2.2.2. Patrimonio arquitectónico civil

La Plaza Mayor, porticada y en cuyo pavimento luce el escudo de armas de la ciudad, es el centro histórico de Olmedo. En ella destaca la Casa del Reloj, que es un edificio de ladrillo y piedra construido en el siglo XV y en el que una alta torre, a modo de espadaña, alberga el reloj de la villa que tiene más de 100 años (1889). Adosado a éste el edificio de la Real Chancillería de Valladolid, que ya en 1387 fue sede de la Audiencia Real, fue construido en 1741 destacando en él su portada adintelada con los escudos de la villa y una inscripción en la que aparece el nombre del corregidor en esa época: Francisco de Chaves y Córdoba. Estos edificios se utilizan hoy día como sala de exposiciones y biblioteca pública.

En uno de los laterales de la Plaza Mayor está situada la Casa de la Villa (Figura 4), antiguo consistorio edificado en el siglo XVI que conserva la fachada porticada, reconstruida en el siglo XVII por orden del corregidor Bernardo Lloret; tiene dos plantas, fachada de ladrillo y soportales en su planta inferior formados por arcos de medio punto sobre columnas toscanas. Está destinada en la actualidad a Casa de Cultura.



Figura 4. Casa de la Villa.

Además Olmedo tiene en su casco histórico numerosas casas blasonadas como son: la Casa de los Dávila, que está en la Avenida Diez de octubre nº 13, y es un edificio de dos plantas, fachada de ladrillo con múltiples ventanas, las inferiores de arco de medio punto y las superiores con arcos apuntados; portada de piedra blanca que está bordeada por un cordón cuyos laterales se adornan con una dama y un caballero medievales y su parte superior con dos escudos heráldicos. Hoy está ocupada por la farmacia de D^a María Julia Olmedo García. La Casa de los Ortega es otro edificio, que se halla en la Plaza de Santa María, tiene dos plantas, fachada de ladrillo y piedra, y fue en su tiempo residencia de Ignacio Ortega y Cortés, personaje renacentista ilustre, nato en la villa; que fue Fiscal del Consejo de Órdenes, Presidente del Consejo de Castilla y adicionador de las obras de su tío Diego de Covarrubias y Leyra, hoy es la sede del despacho parroquial de la iglesia de Santa María del Castillo (Figura 5).

En la Plaza del Pozo de la Nieve, llamada así porque en ella había un pozo seco muy grande donde se guardaba la nieve para mantener el agua fría en verano, está la Casa del Pósito, que si bien hoy es de propiedad particular, era un antiguo almacén municipal donde se guardaba el grano que luego se vendía a los labradores de la villa a precios económicos. Es una casona de piedra y ladrillo que tiene un blasón en su fachada.

La Fuente del Caño Nuevo, es una de las siete fuentes públicas con que contaba Olmedo. Fue mandada construir por Gabriel Salido. Está formada por un frontón de piedra, de forma triangular, con el escudo de armas de Carlos III. En la parte inferior

tiene tres caños y constituyó la principal fuente de abastecimiento de agua para la villa en época de sequía (Figura 6).



Figura 5. Iglesia de Santa María del Castillo.



Figura 6. Fuente del Caño Nuevo.

2.2.3. Patrimonio arquitectónico religioso

Entre las iglesias de Olmedo, la de San Miguel es el templo más espectacular de arquitectura románica mudéjar vallisoletana. Se edificó en el siglo XIII y su torre se construyó en 1782 sobre un cubo de la muralla. Su retablo barroco, obra de Pedro de Sierra (1702-1760) está dedicado al Arcángel San Miguel, patrono de la villa cuya fiesta se celebra el 29 de septiembre. La cripta, de planta octogonal, está dedicada a la Virgen de Soterraña, imagen del siglo XIII patrona de Olmedo cuya fiesta se celebra el 30 de septiembre, mientras que el 10 de octubre se conmemora su coronación. La imagen está acompañada por la representación de las cuatro virtudes: Fortaleza, Esperanza, Fe y Templanza (Figura 7).



Figura 7. Virgen de la Soterraña, patrona de Olmedo.

De la iglesia de San Andrés, de estilo mudéjar del siglo XIII, solo se conservan sus ruinas que han sido restauradas y acondicionadas como auditorio al aire libre. Destaca su ábside por sus tres frisos de ladrillo con arcos doblados de medio punto. Fue declarado Monumento Histórico Artístico Nacional el 3 de junio de 1931.

En Olmedo intramuros destacan dos conventos: el antiguo Convento de La Concepción, de la orden franciscana, sito en la Plaza de Jesús del siglo XVI que desde el año 2006 es la sede del Museo de la Semana Santa de Olmedo en el que se exhiben los once pasos procesionales de la Cofradía del Santo Entierro. Y en la Plaza de Santa María se emplaza el Convento de la Merced Descalza en el que se ubican hoy día las oficinas del Ayuntamiento; mientras que en su antigua iglesia de Santa María del Castillo, se ha situado el Centro de Artes Escénicas de San Pedro en el que se celebran congresos, convenciones y manifestaciones artísticas de teatro, danza, música, etc. Concretamente el conocido Festival de Teatro Clásico, en su séptima edición, ha tenido lugar en 2012 entre los días 20 y 29 de julio.

En el Olmedo extramuros había tres monasterios, el de Sancti Spiritus, fundado en la primera mitad del siglo XII por la infanta D^a Sancha de Castilla, que era el más antiguo de Olmedo y el primer convento femenino de clausura de la Orden del Cister de España. Convento de estilo mudéjar donde estuvieron alojadas Santa Teresa de Jesús y D^a Juana "La Loca" y sobre cuyas ruinas se levantó el Balneario (Figura 8).



Figura 8. Monasterio de Sancti Spiritus. Actualmente alberga el Balneario de Olmedo.

El Monasterio Madre de Dios, de monjas dominicas, fundado en el siglo XVI y que desde el siglo XIX adoptó el orden de clausura dedicándose las monjas, entre otras actividades, a realizar bellas labores de artesanía que sirven con su venta para su sustento.

En el Olmedo extramuros cabe destacar a 4 km el Monasterio de Nuestra Señora de La Mejorada cuyo origen fue una edificación del siglo XIV levantada por María Pérez, vecina de la villa "mejorada" en la herencia de sus padres, de ahí la

advocación del monasterio que estuvo habitado por monjes jerónimos. Con el tiempo, tras la Desamortización de Mendizábal sufrió una gran degradación (10). Hoy día sus ruinas son propiedad de una empresa vinícola mientras que su sillería gótica del siglo XV se conserva en la iglesia de Santa María del Castillo así como un relicario del siglo XVI, que fue donado por Felipe II, y que consta de 49 bustos teniendo, en el interior de cada uno una reliquia.

2.2.3.1. El Monasterio Sancti Spiritus de Olmedo

Dado que el Balneario de la Villa de Olmedo se ha levantado sobre las ruinas de este Monasterio, es obligado que dediquemos un apartado sólo a él y a poner de manifiesto la labor de restauración de sus elementos arquitectónicos que ha llevado a cabo la propiedad balnearia, con sensibilidad y responsabilidad, al objeto de preservar su rico Patrimonio Histórico.

La presencia cisterciense en tierras hispánicas data de la primera mitad del siglo XII pero las fundaciones cistercienses femeninas se iniciaron más tarde. El ambiente religioso en la península favoreció la instauración de la Orden del Cister, que alcanzó un gran prestigio con el establecimiento de numerosos monasterios gracias a las donaciones y privilegios concedidos por monarcas, nobles y campesinos. Los donantes, además de realizar actos de caridad cristiana, garantizaban que los religiosos dirigieran sus rezos para la salvación de sus almas (11) pero desde mediados del siglo XIII el ambiente espiritual decayó y descendieron las donaciones, situación que se agudizó en los siglos XIV y XV provocando una crisis generalizada que llegó a afectar al estado moral del Cister por lo que se impuso reformar la Orden en los reinos castellanos leoneses.

En 1604 se aprobaron las Constituciones de las Monjas Recoletas Bernardas concretándose en ellas la forma y modo de vivir en clausura siendo sus principales dedicaciones: la oración que "es el agua con que riega Dios el vergel de las virtudes", el ayuno a seguir los miércoles, viernes y sábados; los demás días se debían comer manjares cuaresmales "y nunca coman carne", salvo las enfermas. En cuanto al vestido, la cama y la celda por el voto de pobreza "que en todo seamos pobres", de modo que el habito tenía que ser confeccionado por las propias monjas: de sayal blanco, velo negro y zapatos o alpargatas cerradas; la cama de madera con jergón de paja, almohada y sábanas de estameña salvo para las enfermas que dispondrían de colchones y sábanas de lienzo. Y si alguna monja poseía rentas, serían aplicadas a la "Enfermería o Sacristía, ó común del Monasterio". Debían vivir del trabajo y labor de manos por lo que se dedicaban a hacer labores "de aguja e hilar...para el sustento de sus hermanas". En estos monasterios se limitaba a 24 el número de monjas, a 3 el número de freilas y las novicias a muy pocas (12). Así pues las monjas del Monasterio Sancti Spiritus de Olmedo seguían la Regla Benedictina, es decir, llevaban una vida

austera, de clausura estricta, y de autosuficiencia económica gracias a los réditos de las donaciones recibidas y del cultivo de las tierras que rodeaban al monasterio mediante la ayuda de conversos. El Capítulo General y el Libro de Usos regían la vida de las religiosas bajo la dirección de la abadesa y bajo la protección de la jerarquía diocesana.

Este monasterio se vio implicado en diversos litigios civiles, para exigir la restitución de algunos de sus bienes o para conseguir la devolución de otros, durante los siglos XVI, XVII, XVIII y XIX y cuya documentación se encuentra en el Archivo de la Real Chancillería de Valladolid.

Los elementos constructivos de este monasterio, medievales y renacentistas, evidenciando estos últimos las reformas llevadas a cabo gracias a las donaciones y privilegios que le otorgaron los Reyes Católicos a partir de 1489; se encuentran integrados en el Balneario y respondían a la línea general seguida por la Orden del Cister en todos sus conventos.

El monasterio fue edificado en una zona con abundancia de agua, como lo demuestran los siete pozos que hoy subsisten en el Balneario en el jardín y en lo que hoy es la fuente del claustro regular renacentista, de planta cuadrada y situado al sur del templo (Figura 9). El agua era un elemento indispensable en la vida monástica y en la huerta.



Figura 9. Claustro regular renacentista del Monasterio Sancti Spiritus de Olmedo, hoy patio del Balneario.

La iglesia consta de una sola nave, que constituye hoy una amplia zona de acceso al balneario, con bóveda de cañón con lunetos y decorada con yeserías, propia del siglo XVI (13), y que fue renovada en el primer cuarto del siglo XVII. La espadaña consta de tres campanas abiertas a distintas alturas.

En el año 1956 el monasterio se encontraba en tal estado de ruina que la comunidad tuvo que trasladarse al monasterio de Nuestra Señora de Arconada, en Ampudia (Palencia) para pasar en 1958 al de Nuestra Señora de Vico en Arnedo (La Rioja) (14).

2.3. Patrimonio cultural

Olmedo se distingue también por su rico y tradicional patrimonio cultural que ha llegado hasta nuestros días basándose en las leyendas, la literatura y el coleccionismo museístico.

2.3.1. Olmedo y las leyendas

Entre las que nos han llegado destacan algunas que están relacionadas con la patrona de Olmedo, la Virgen de la Soterraña. Una de ellas, la leyenda de la Soterraña, cuenta que al rey Alfonso VI, antes de conquistar la villa de Olmedo a los musulmanes, se le apareció una Virgen y le anunció que la batalla del día siguiente le iba a ser favorable. Tras la victoria el rey mandó buscar la imagen de la Virgen y se la encontró en un pozo soterrado, enterrada, y de ahí viene el nombre de Virgen de la Soterraña.

La leyenda del Pino da a conocer cómo trece hombres se refugiaron bajo un frondoso pino durante una terrible tormenta y, mientras el pinar quedó reducido a cenizas a causa de los rayos que cayeron, ellos no sufrieron ningún daño porque la Virgen de la Soterraña los protegió.

La leyenda del Canal dice que un caballero de Olmedo, llamado Don Juan de Maldonado, estaba enamorado de una dama viuda de Medina del Campo pero ésta le despreció diciéndole que hasta que las aguas del río Adaja no pasasen por su palacio ella no se casaría con él. El caballero en menos de un año construyó un canal para trasvasar las aguas del río Adaja a las del Zapardiel. Realmente el trasvase se realizó en época de los Reyes Católicos para abastecer aquella ciudad en épocas de sequía.

La leyenda de las cruces en el camarín de la Soterraña relata que las jóvenes en edad casadera cuando les gustaba un muchacho iban a pedir a la Virgen que se enamorara de ellas y hacían una cruz, siempre en el mismo sitio, hasta que lo conseguían. Como ofrecimiento a la Virgen, si conseguían su deseo, su matrimonio se celebraría en la capilla de la Soterraña. Las cruces quedaron grabadas en el ladrillo.

La leyenda del escudo de la Virgen de la Soterraña cuenta que un señor de Olmedo apellidado Velázquez del Puerco, apellido que alude al hecho de que un antecesor suyo, un tal D. Pedro Velázquez, mató en campos de Cuellar a un puercoespín que diezmaba los rebaños; tenía una preciosa hija llamada Lucrecia y pidió a la Virgen que curase del enamoramiento de un individuo pendenciero y mujeriego. Milagrosamente la Virgen se lo concedió y por ello este señor hizo entrega

de su escudo de armas consistente en trece roeles de oro y un puercoespín con una inscripción-mote que dice: "PER TE VIRGO, SIM DEFENSUS", es decir "Sea por tí, Virgen defendido".

2.3.2. Olmedo y la literatura

"El caballero de Olmedo" es una tragicomedia escrita por Lope de Vega, probablemente hacia 1620 basándose en una canción popular que dice:

*Que de noche le mataron
al caballero,
la gala de Medina
la flor de Olmedo*

La obra de Lope es considerada hoy como una de las muestras más perfectas de su ingenio y gracias a su pluma el caballero terminó por convertirse en un personaje mítico e inmortal. El caballero D. Alonso llega a la feria de Medina del Campo y se enamora de D^a Inés pero el prometido de ésta, D. Rodrigo, personaje cobarde y traicionero, hace que su criado le de muerte a aquél en el camino de regreso a Olmedo. Entretanto D^a Inés ha revelado a su padre su enamoramiento de D. Alonso y consigue su permiso para que se casen. El criado de D. Alonso revela lo sucedido a D^a Inés y al rey y logra que ejecute a D. Rodrigo y su criado.

2.3.3. Olmedo y sus Museos

El Parque temático del Mudéjar es único en Europa y está situado en la calle del Arco de San Francisco s/n, se abrió en mayo de 1999 y ocupa una extensión de 1500 m² en los que se distribuyen veintiuna réplicas arquitectónicas exactas, en miniatura, escala 1/8; construidas con ladrillos del tamaño de un dedo que permite hacer un recorrido por el arte mudéjar castellano y leonés.

El recinto, que es un auténtico vergel pues existen en él más de trecientas plantas de Castilla y León, puede ser recorrido gracias a un ferrocarril de época, a vapor, que transporta al visitante a tiempos pretéritos.

En el mes de octubre del año 2005 se abrió en la Plaza de San Julián el Palacio del Caballero de Olmedo que ofrece un recorrido lúdico y sensorial, apoyándose en las nuevas tecnologías de vanguardia, acerca de Olmedo, el Siglo de Oro, el teatro y Lope de Vega.

3. EL ENTORNO DEL BALNEARIO

Olmedo pertenece a la Comarca Tierra de Pinares que comprende la margen izquierda del río Duero con sus afluentes: Zapardiel, Adaja, Eresma, Trabancos y Cega.

La sequedad del paisaje, dominado por extensos campos de cereal, salpicado de amplias zonas de pinares que constituyen manchas arboladas verdes, que han dado su nombre a la comarca, y que han dado lugar al desarrollo de una industria maderera y de obtención de corcho, siendo Foncastín el mayor lugar productor; así como de la industria piñonera, en particular la localidad de Pedrajas de San Esteban.

Frente a las principales masas forestales, que se dan en Olmedo, Aguasal, Mojados, Nava del Rey, Foncastín y El Campillo; se contraponen los viñedos donde madura el verdejo, que ha dado lugar a la denominación de origen más antigua de Castilla-León; cultivados en lugares como Rueda, La Seca, Serrada y Nava del Rey.

Asimismo la zona de humedales es muy importante para el ecosistema pues presentan aves autóctonas y migratorias, entre las rapaces destacan los milanos, cernícalos, aguiluchos como el enizo que es el más representativo pues nidifica en los campos de cereal.

Así pues, en Tierra de Pinares se puede disfrutar de la naturaleza, practicar la caza y la pesca, en particular la pesca en aguas libres, vedadas o en los cotos de Puente Mediana y Sacedón; el senderismo tanto a pie como en bicicleta de montaña, particularmente en San Miguel del Arroyo, Santiago del Arroyo y Pedrajas de San Esteban: mountain bike, vuelo con ultraligeros, equitación, etc.

En Tierra de Pinares la gastronomía se basa en la cocina tradicional y la sabiduría popular. Sus productos estrella son: el cochinillo, el pollo de corral, el lechazo, los garbanzos, los quesos de oveja, los ajos de Portillo, los piñones de Pedrajas de San Esteban, los empiñonados, las ciegas de Íscar, los mantecados de Portillo y los vinos de Rueda. Además la oferta turístico-cultural es muy amplia puesto que se pueden realizar diversas rutas como la Ruta de las Villas Históricas, la Ruta de las Villas Romanas, la Ruta de los Castillos, la Ruta del Arte y la Ruta del Vino.

3.1. Ruta de las Villas históricas

Medina del Campo, cuyo casco histórico está repleto de casas nobles y palacios renacentistas, fue declarado Conjunto Histórico Artístico en 1978. Entre sus edificios destacan el Palacio Real de los Reyes Católicos o Palacio Testamentario, llamado así porque en él dictó su testamento Isabel la Católica y en él murió. Fue mandado construir por los Reyes Católicos y declarado Bien de Interés Cultural el 8 de noviembre de 2002; y el castillo de la Mota, construido en el siglo XI durante el reinado de Juan II de Castilla; que está situado en una "mota", es decir sobre una

pequeña elevación del terreno; desde el que se divisa la villa y sus alrededores. Fue declarado Bien de interés cultural en 8 de noviembre de 1904.

Alaejos, cuyo casco histórico, plagado de casas blasonadas de estilo barroco edificadas en los siglos XVII y XVIII; fue declarado Conjunto Histórico Artístico en 1980. Son destacables dos iglesias construidas en el siglo XVI: la iglesia de Santa María, declarada Monumento Histórico Artístico en 1931, posee magníficos artesonados de estilo mudéjar-renacentista, órgano y sacristía barrocos del siglo XVIII. En esta última se encuentra el Museo Interparroquial en el que, entre otros objetos se expone el brazo-relicario de plata de Santa Ana. El retablo mayor es una réplica de Esteban Jordán y el campanario barroco, del siglo XVIII, es obra de Simón González, un alarife de la localidad; y tiene una campana de grandes dimensiones y de sonido inconfundible. La Iglesia de San Pedro fue declarada Monumento Histórico Artístico en 1980, su altar mayor es renacentista y está dedicado a San Pedro mientras que en el lado de la epístola hay un retablo barroco, decorado con serafines, al estilo de Pedro de Sierra; su órgano, sacristía y torre son barrocos del siglo XVIII.

3.2. Ruta de las Villas Romanas

A dos kilómetros del pueblo de Almenara de Adaja se encuentra el Museo de las Villas Romanas y la Villa de Almenara-Puras, conjunto museístico en los cuales se ofrece: en el primero una visión muy completa de la vida rústica romana en una superficie de 1.800 m². Las primeras noticias sobre la existencia de un yacimiento arqueológico en el pago conocido como "La Calzadilla", entre los términos municipales de Almenara de Adaja y Puras, se remontan a 1887 cuando V.M. Fernández de Castro dio a conocer el hallazgo de un gran mosaico, tras diversas intervenciones la Diputación provincial de Valladolid adoptó en 1969 el acuerdo de adquirir los terrenos del yacimiento. El enclave fue declarado Bien de Interés Cultural en 1994.

Fue abierto al público en 2003 y en él se muestran maquetas y piezas originales de las excavaciones llevadas a cabo en la villa romana de Almenara-Puras. Se trata del primer centro de tipo turístico-cultural que existe en España. En 2004 ha recibido la Medalla Europa Nostra en la modalidad de Restauración del Patrimonio Arqueológico.

El segundo es una recreación de una residencia bajo imperial, de los siglos IV-V de nuestra era, que se visita recorriéndola sobre una pasarela elevada.

3.3. Ruta de los Castillos

Son muchos los castillos existentes, de algunos tan sólo quedan sus ruinas, no obstante son importantes los de Íscar y Portillo en Tierra de Pinares. El de Íscar data del siglo XII, es de estilo gótico y está situado en una montaña, la parte que mejor se

conserva es la torre del homenaje que está hecha con grandes sillares y está rodeada de muralla con torreones intercalados. Consta de cinco plantas: la primera estaba destinada al almacén, la segunda y la tercera a los militares, la cuarta y quinta a los nobles que permanecían allí para defenderse en caso de ataque. Se corona con matacanes y desde la terraza se divisa una estupenda panorámica de la Tierra de Pinares. La torre ostenta los escudos de los Zúñiga que fueron sus propietarios desde el siglo XV: D. Pedro de Zúñiga y Avellaneda y de su esposa D^a Catalina de Velasco (Figura 10).



Figura 10. Castillo de Íscar.

El castillo de Portillo, data del siglo XIII, está situado en lo alto de un cerro, dominando la Tierra de Pinares, es un edificio almenado, de estilo fortificado renacentista vallisoletano, de planta cuadrada, con torre del homenaje mirando al pueblo, con tres puertas defendidas por cubos amatacanados. Fue declarado Monumento Nacional en 3 de junio de 1931.

Muy cercanos a Olmedo se encuentran los castillos de Coca y Cuéllar en la provincia de Segovia y el de Arévalo en la provincia de Arévalo. El castillo de Coca, propiedad de la Casa de Alba es una fortificación construida en el siglo XV y una de las mejores muestras del arte mudéjar español. En 1931 fue declarado Monumento Histórico Nacional y en 1954 fue cedido al Ministerio de Agricultura hasta el año 2054. Desde 1958 tiene su sede en él la Escuela de Capacitación Forestal (Figura 11).

El castillo de Cuéllar es de planta trapezoidal, levantado en el siglo XIV consta de foso, muralla, torreones de mampostería, y torre del homenaje. En 3 de junio de

1931, junto con el recinto amurallado, fue declarado Monumento Histórico Artístico. Fue cedido al Ministerio de Educación y Cultura y hoy está destinado a Instituto de Educación Secundaria "Duque de Alburquerque"; mientras que en la torre del homenaje tiene su sede uno de los archivos nobiliarios más importante de España pues sus fondos documentales constan además del Archivo de la Fundación de la Casa Ducal de Alburquerque, el Archivo Histórico Municipal de Cuéllar y el Archivo de la Comunidad de la Villa y Tierra de Cuéllar.



Figura 11. Castillo de Coca.

El Castillo de Arévalo debió de ser construido en el siglo XIV en estilo mudéjar, sus esquinas están defendidas por torreones circulares y su torre del homenaje es de planta semicircular peraltada, de sillería, con garitas y matacanes ciegos en su parte superior. Fue declarado Conjunto Histórico Artístico en 21 de marzo de 1970. Es propiedad d del Ministerio de Agricultura y está dedicado a Museo de cereales.

3.4. Ruta del Arte

En Íscar el Museo Mariemma está dedicado a la danza española configurada en la escuela bolera, el flamenco, el folclore y la danza. El Museo toma su nombre de la célebre bailarina y coreógrafa Guillermina Martínez Cabrejas quien donó al Ayuntamiento trajes, zapatos, castañuelas, mantones, cuadros, dibujos, programas de mano, libros, carteles de los espectáculos, fotografías y manuscritos.

El Museo de Pintura y Escultura del Arte de Serrada al aire libre se ha constituido con las obras donadas de una serie de artistas.

En La Zarza existen dos Museos dignos de visitar: el Museo de aperos de Santa Eufemia, creado por iniciativa de Loly Tejero, que muestra los utensilios y la distribución de una casa de labranza; mientras que el Museo Etnográfico refleja la vida que llevaron los habitantes de estas tierras en los años 30.

Por otra parte, la Ruta jacobea que parte del Mediterráneo se articula pasando por algunos municipios vallisoletanos como son: Medina del Campo y Rueda.

3.5. Ruta del Vino

Rueda está estrechamente vinculada a la viticultura. Existen en su casco urbano numerosas bodegas que se ubican en galerías subterráneas centenarias que convierten el subsuelo en un intrincado laberinto.

Asimismo apartadas del casco urbano, rodeadas de viñedos existen otras bodegas. En ellas se elaboran vinos blancos, rosados y tintos de diferentes características, con denominación de origen de Rueda, reconocida en 12 de enero de 1980 para los primeros y desde 5 de agosto de 2008 para rosados y tintos. En Rueda está la sede del Consejo Regulador de la denominación de Origen de Rueda y de la Estación Enológica de Castilla y León.

4. EL BALNEARIO

Las aguas del Convento de Sancti Spiritus sobre cuyas ruinas se levantó en 2005 el Balneario en el corazón de Castilla, según la leyenda, tenían poderes celestiales. En consecuencia, sus actuales propietarios buscaron en su subsuelo esas aguas curativas y encontraron unas aguas mineromedicinales, de alta salinidad, que por Orden del Excmo Sr. Consejero de Economía y Empleo de la Comunidad de Castilla-León, de 9 de junio de 2005, fueron declaradas como agua "Termal y mineromedicinal" con destino a usos terapéuticos" (15).

4.1. Propietarios

La Empresa CASTILLA TERMAL, cuyo principal responsable es D. Roberto García González como promotor, presidente y principal accionista, tiene una dilatada experiencia en el sector hotelero de turismo termal por haber dirigido los Hoteles de los Balnearios de Mondariz y La Toja; SODICAL (Sociedad para el Desarrollo Industrial de Castilla y León S.A.) tiene el 20% de participación y el resto del accionariado está compuesto por profesionales de diferentes ramas del sector turístico nacional y específico de balnearios. La empresa CASTILLA TERMAL S. L. que se constituyó en 27 de noviembre de 2006, posee un equipo propio para realizar prospecciones en las capas freáticas del suelo al objeto de realizar la búsqueda de manantiales de agua mineromedicinal y su ubicación en edificios históricos como son antiguos monasterios y conventos. Si bien la empresa inició su desarrollo con la inauguración, el 2 de enero de 2005, del Hotel-Balneario de la Villa de Olmedo de cuatro estrellas, calificado con la Q de calida turística, sus planes futuros son extender este modelo de negocio a otros

enclaves de Castilla-León con objeto de abrir nuevos hoteles-balnearios de lujo, con categoría de cinco estrellas, en las provincias de Valladolid, Segovia y Burgos.

4.2. Indicaciones terapéuticas

La temperatura de surgencia del agua es de 22º C y, al ser un agua clorurado sódica, está catalogada como agua hipotermal de mineralización fuerte indicada por vía externa, por su acción sedante, analgésica y antiinflamatoria, en enfermedades dermatológicas y del aparato locomotor, especialmente para las contracturas musculares, y en casos de estrés. Por vía interna es estimulante de las funciones orgánicas, endocrinas y metabólicas, con acción diurética y laxante.

También las aguas son utilizadas para la elaboración de una línea propia de cosmética termal tanto femenina como masculina.

4.3. Dirección médica e Instalaciones

El Hotel Balneario está abierto todo el año y cuenta con una amplia plantilla de personal, de 60 personas habitualmente pero que en las épocas de mayor afluencia roza el centenar. La dirección médica del establecimiento ha estado a cargo de la Dra. Patricia Mondariz de 2005 a 2007, del Dr. Fernando Mondéjar Quirós de 2007 a 2011 y en la actualidad, desde 2011, del Dr. D. Luis Alberto Morante Zumaque quien determina el tratamiento a aplicar a los bañistas, la dieta alimenticia conveniente, según la patología que padecen así como la supervisión de la evolución y mejora de su estado de salud durante su estancia en el balneario.

El Hotel Balneario es un complejo compuesto por tres edificios en los que se combina la singularidad del antiguo convento mudéjar con modernas edificaciones (Figura12).



Figura 12. Vista aérea del Balneario de Olmedo.

El Claustro del antiguo convento es una zona dotada con completas e innovadoras técnicas hidroterápicas que activan la circulación, relajan la musculatura y producen una sensación de absoluto bienestar, cuenta con piscinas de agua termal mineromedicinal, una interior y otra exterior, de menor tamaño y a la que se puede acceder sin salir del agua. También hay diferentes jacuzzis, camas y asientos individuales, masajes con burbujas, chorros relajantes, cortinas y cañones de agua, pediluvios, e inhalaciones y zonas de reposo.

El Patio Mudéjar (Figura 13) es una zona de contrastes donde las diferentes técnicas favorecen la estimulación sanguínea, la termorregulación, la eliminación de toxinas, la hidratación del organismo así como la descongestión de las vías respiratorias. Cuenta con saunas a diferentes temperaturas, pozas de agua mineromedicinal caliente y fría, duchas bitérmicas, duchas de esencias, baño vapor Hamman y sala de reposo. También se aplican en sus dependencias fangoterapia, peelings corporales y faciales, aromaterapia, y tratamientos de vinoterapia, chocoterapia y tratamientos con productos de belleza de alta cosmética.



Figura 13. Patio mudéjar del balneario de Olmedo.

El Hotel tiene 82 habitaciones, cuatro de ellas son suites y algunas están construidas sobre antiguas celdas del convento. Están acondicionadas para discapacitados, son muy cómodas pues además de tener aire acondicionado, disponen de teléfono, televisor de plasma conectado vía satélite, conexión gratuita a Internet, minibar y muy completos accesorios de baño.

El actual Patio Porticado sirve de conexión con el "Restaurante El Hontanar" donde se disfruta de una variada carta y menús de degustación o buffet (16); la "Cafetería del Convento" donde se puede saborear una carta de cocina más rápida y ligera; y "La Bodeguita" donde se puede degustar el mejor embutido castellano y una selección de los mejores vinos de Rueda, nacionales e internacionales. En todo caso, se confeccionan programas alimenticios personalizados atendiendo al mandato del equipo médico.

La Iglesia del Convento hoy está convertida en zona de entrada y sala de estar para los huéspedes del hotel que cuenta además con otras instalaciones como son: cinco salones para la celebración de congresos y banquetes, biblioteca, rincón de internet, sala de juegos para niños, piscina exterior, solarium, paddle, gimnasio, jardines privados, aparcamiento, parking descubierto, ascensor, etc. (17).

Los bañistas proceden principalmente de Madrid, Castilla-León, Cataluña y de las regiones limítrofes.

5. CONCLUSIÓN

La estancia de los bañistas en el Balneario de la Villa de Olmedo al estar en un entorno natural, inundado de historia y arte por las propias reminiscencias mudéjares del edificio, junto a la magnífica localización del balneario, extramuros de Olmedo; invita no sólo a pasear por las tranquilas calles de la villa y visitar su rico patrimonio histórico-artístico sino también a conocer el rico patrimonio natural, histórico-artístico, museístico, cultural, gastronómico y enológico de sus alrededores, lo que sumado a sus magníficas instalaciones y el servicio de alta calidad de que se dispone en ellas, les incite al sosiego y la relajación que hace posible que el descanso y el bienestar para su salud esté asegurado durante su permanencia en él.

6. REFERENCIAS

1. DATUM ETRS89. Sistema de referencia geodésico oficial en España. Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio. BOE 207, 29-08-2007: pp. 35986-9.
2. Castillo R. Gran Diccionario geográfico, estadístico é histórico de España y sus provincias. Tomo III. Barcelona: Imprenta de Henrich y Cía. 1894: pp. 145-6.
3. Gutiérrez-Martín D. Apuntes para la Flora del Partido judicial de Olmedo é indicación de los usos medicinales que algunas plantas reciben. Ávila: Tip. Benito Manuel 1908: pp. 60, 65, 104, 108, 109, 113, 120, 125.
4. Sociedad Cooperativa General Agropecuaria. <http://www.acor.es>. (Accedido el 18-5-2012).
5. Diputación de Valladolid. Diagnóstico del agua y los residuos agropecuarios en 42 municipios de la Provincia de Valladolid; 2004. http://www.diputaciondevalladolid.es/extras/ciudadanos/medio-ambiente/documentacion/2004/ficha_olmedo.pdf (Disponible 21-5-2012).

6. Hernández-García R. Vacceos ¿Identidad de pasado o de futuro?. *El Futuro del Pasado* 2011; 2: 353-69.
7. Vegas A. *Diccionario geográfico universal*. Tomo V. Madrid: Imprenta Joseph Doblado 1795: pp. 16.
8. Brasas-Egido JC. *Catálogo monumental de la provincia de Valladolid: Antiguo partido judicial de Olmedo*. Tomo X. Valladolid: Diputación Provincial de Valladolid 2000: Facsímil de la 1ª edición de 1977.
9. *Diccionario geográfico Universal*. Tomo VI. Barcelona: Impr. Torner 1832: pp. 844.
10. Menéndez-Trigos J, Redondo-Cantera MJ. El Monasterio de Nuestra Señora de la Mejorada (Olmedo) y la capilla del Crucifijo, o de los Zuazo. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 1996; 6: 257-80.
11. García-Flores A. *Arquitectura de la Orden del Cister en la Provincia de Valladolid (1147-1515)*. Valladolid: Junta de Castilla y León 2010: pp. 48.
12. *CONSTITUCIONES de las Monjas Recoletas Bernardas, conforme à los sagrados Concilios, y Regla del Santíssimo Patriarca San Benito, 1604*; Valladolid: Luis Sánchez 1604.
13. Balado-Pachón A, Escribano-Velasco C. *Guía del Cister en Castilla y León*. Valladolid: Consejería de Cultura y Turismo, Junta de Castilla y León 2010: pp. 261-5.
14. García-Flores A. *Arquitectura de la Orden del Cister en la Provincia de Valladolid (1147-1515)*. Valladolid: Junta de Castilla y León 2010: pp. 425.
15. Anuncio 8266/06 del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León en Valladolid 14-02-2006. B.O.E. nº 51, 01-03-2006: pp. 2126.
16. *Balnearios de España*. Restaurante Hontanar. Madrid: Asociación Nacional de Balnearios 2010; I, 1: pp. 26-7.
17. *Balnearios de España*. (2011) Balneario Villa de Olmedo. Madrid: Asociación Nacional de Balnearios 2011; I, 4: 6-10.

ESTUDIO 2

Estudio de las características físico-químicas de las aguas del balneario

Title in English: *Study characteristics physical-chemical of the waters of the Spa*

Esperanza Torija Isasa^{1*}, Mercedes García Mata¹, M^a Dolores Tenorio Sanz¹, José Luis López Colón²

¹Departamento de Nutrición y Bromatología II. Facultad de Farmacia UCM. ²Instituto Toxicológico de la Defensa.

An. Real. Acad. Farm. Vol 81, Special Issue (2015) pp. 33-44.

RESUMEN	ABSTRACT
<p>Las aguas del balneario de La Villa de Olmedo (Valladolid) tienen características especiales; son aguas de alta salinidad que fueron declaradas como agua "Termal y Mineromedicinal" en junio de 2005 en la Comunidad de Castilla-León. Se trata de aguas hipotermales, con un pH en torno a 8, de alta mineralización, con un elevado residuo superior a los cinco gramos por litro. Destaca el elevado contenido de sodio que, junto a un alto contenido de cloruros, da origen a aguas clorurado-sódicas. El contenido de sulfatos es elevado y presentan concentraciones bajas de calcio y magnesio, por lo que no destacan por su dureza, considerándolas blandas.</p>	<p>The waters of the Spa La Villa de Olmedo (Valladolid) have special characteristics; are high salinity waters declared as water "Thermal and Minero-medical water" in June 2005 by the Community of Castilla-León. These hypothermic waters have a pH around 8.0 and are characterized by high mineralization, with a high residue content of five grams per liter. Sodium content stand out among the elements that form the salts, which along with high chloride content gives rise to sodium-chloride waters. In addition, the sulphate content is high and the concentrations of calcium and magnesium are low, which these waters are not noted for heir hardness, so they are considered as soft waters.</p>
<p>Palabras clave: Aguas mineromedicinales; análisis físico-químico; balneario Villa de Olmedo.</p>	<p>Keywords: Minero-medical water; physico-chemical analysis; Balneario Villa de Olmedo</p>

1. INTRODUCCIÓN

En el año 1853 se publica la segunda edición del “Novísimo manual de Hidrología médica española ó sea Tratado completo de los baños de agua dulce, minerales, de mar, hidropáticos, y los llamados compuestos” escrito por D. José Pérez de la Flor y D. Manuel González de Jonte, y en él ya se comenta que: “...la costumbre de bañarse, ó sea la inmersión y permanencia del cuerpo en el agua, es tan antigua y natural que debe suponerse que nació con el hombre”. Se dice, así mismo, lo siguiente: “...La España, por más que algunos quieran colocarla y presentarla en un estado de atraso considerable, no cede en nada á las demás naciones respecto al uso de los baños... Así vemos que en la actualidad se ha convertido en una necesidad casi imprescindible, no solo por la moda, que en todo ejerce su poderoso influjo, sino tambien porque, gracias á los adelantos de las ciencias naturales...” “... El agua es tal vez el principal remedio general que se conoce; y debemos admitir este principio sin ningún género de duda...”, o, “...que un baño dado á tiempo, en la temperatura conveniente y con las precauciones necesarias evita á veces una enfermedad grave...” (1).

Estas frases están hoy de total actualidad, aunque sabemos que la utilización de las aguas como remedio salútfero es remota y se ha mantenido a lo largo del tiempo y, aunque esto no sea prueba suficiente de su eficacia, sí es cierto que la utilización repetida de un agente terapéutico le confiere un valor importante que justifica el que se deba tener en consideración. Se puede considerar como un proceder terapéutico tan antiguo como el hombre (2).

Por otro lado, el balneario como establecimiento surge en España en el siglo XIX aunque existieron antecedentes aislados incluso en el siglo XVII. Es de sobras conocido que el balneario es tal cuando el agua se emplea bajo el control de un facultativo, pero es imprescindible que dicha agua tenga determinadas características en función de los usos a los que vaya destinada (3).

Las aguas mineromedicinales utilizadas en los balnearios constituyeron un elemento terapéutico de primer orden hasta el primer tercio del siglo XX, y numerosos pacientes buscaba en estos centros un remedio para sus dolencias; actualmente cada vez más personas acuden a dichos balnearios con el fin de conseguir una mejora ante diferentes problemas de salud física y/o espiritual.

Debemos recordar que se consideran aguas mineromedicinales aquellas que, por sus especiales características, se ha acreditado oficialmente como agente terapéutico y ha sido declarada de utilidad pública por los organismos pertinentes (2) O, según Maraver (2003) (4) son aquellas soluciones difícilmente reproducibles artificialmente, dotadas de peculiaridades propias sobre el organismo humano sano o

enfermo que justifican sean declaradas de utilidad pública por los organismos oficiales competentes.

Para calificar a una institución como balneario es necesario que se hayan estudiado las características de las aguas que se emplean en él y que se las haya encontrado y calificado de utilidad terapéutica. A este respecto, en la provincia de Valladolid existe el Balneario Villa de Olmedo, del que según citan Francés et al., (5), según la leyenda, las aguas Convento de Sancti Spiritus tenían “poder celestial” los que indudablemente era debido a sus características particulares.

Este Balneario se encuentra ubicado en el Dominio Hidromineral de la Meseta Norte y comprende gran parte de las provincias de Castilla y León y se caracteriza porque muchas de sus aguas minerales son bicarbonatadas cálcicas y en menor medida cloruradas sódicas (6), lo que definirá las características de las aguas del balneario que nos ocupa.

El reconocimiento de la importancia de las aguas de lo que hoy es el Balneario Villa de Olmedo está refrendado por los siguientes anuncios aparecidos en el Boletín Oficial del Estado. En el BOE nº 34 de 9 de febrero de 2005 (7) aparece el Anuncio 3.677/05. del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León en Valladolid sobre información pública relativa a la solicitud de declaración de agua Minero-Medicinal y Termal, procedentes del sondeo «Sancti Spiritus», situado en el término municipal de Olmedo (Valladolid).

Ha sido iniciado, a instancia de parte, expediente de declaración de la condición como «Minero-Medicinal y Termal» de las aguas correspondientes al sondeo que a continuación se detalla: Nombre del sondeo: Sancti Spiritus. Término Municipal: Olmedo (Valladolid).

Posteriormente, en el BOE nº 51 (8) aparece el siguiente anuncio: 8.266/06. Anuncio del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León en Valladolid, Sección de Minas, relativo a la Declaración de «Termal y Minero-Medicinal», del agua procedente del sondeo «Sancti Spiritus», situado en el término municipal de Olmedo (Valladolid).

Que por el Excmo. Sr. Consejero de Economía y Empleo ha sido dictada Orden de fecha 9 de junio de 2005, por la cual ha sido declarada como agua «Termal y Minero-Medicinal», con destino a usos terapéuticos, la procedente del sondeo denominado «Sancti Spiritus», situado en el término municipal de Olmedo (Valladolid).

Lo que se hace público de conformidad con lo previsto en el art. 24.4 de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas y en el art. 39.4 del Reglamento General para el Régimen de la Minería (R. D. 2857/1978, de 25 de agosto).

Valladolid, 14 de febrero de 2006 – El Jefe del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo, Marceliano Herrero Sinovas.

Recordemos que según la Ley 22/1973 de 21 de julio de Minas y Real Decreto 2857/1978 de 25 de agosto por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería (9), las aguas Minero-Medicinales: son las alumbradas natural o artificialmente que, por sus características y cualidades, sean declaradas de utilidad pública. La declaración de agua minero-medicinal lleva implícita la de utilidad pública según el Artículo 39.3 de esta Ley.

En cuanto a las características de su composición, Maraver et al. (2010) (10), en el Vademecum II de Aguas Mineromedicinales Españolas recogen los datos de su composición, lo que se tratará más adelante.

Antes de adentrarnos en el estudio de las aguas de este balneario, debemos referirnos a algunas de las características de las aguas del entorno, entre las que destaca el elevado contenido de sodio.

Un hecho anecdótico es el nombre de un pueblo cercano a Olmedo, Aguasal del que podría creerse que el nombre deriva de las aguas salinas del entorno, lo que no es cierto ya que la historia cuenta que su nombre, según cuentan, se debe a que hubo una vez una persona que empezó a picar en el suelo para encontrar agua, y como no salía, un obrero dijo: "agua, sal", y ésta salió y desde entonces lo llamaron Aguasal (www.aguasal.ayuntamientosdevalladolid.es/ (11), www.pueblos-espana.org/castilla+y+leon/valladolid/aguasal/ (12).

Otra de las cuestiones de interés de la zona es que más o menos próximas a la ciudad de Olmedo y al Balneario Villa de Olmedo existen numerosos humedales, lagunas, bodones o lavajos vinculados a las descargas pluviales del acuífero los Arenales, zona de humedales es muy importante para el ecosistema pues presentan aves autóctonas y migratorias (5). Entre los más cercanos a Olmedo se encuentran Bodón la Zarza y Bodón Blanco.

La denominación corresponde a la localización en que se encuentran: bodones entre arenas y pinares, lavajos en las campiñas y las aguas de estas lagunas con características particulares, se han utilizado para el riego de las tierras cercanas (13, 14).

Molinero y Baraja (1992) (15) y Baraja y Molinero (1994) (16) realizan un amplio estudio sobre la salinización de los suelos en los regadíos de Castilla y León. En él comentan que en la comarca de Olmedo se producen acumulaciones superficiales de agua (bodones, lavajos) en la campiña arenosa, aguas a las que se ha dado un aprovechamiento tradicional para el regadío, del mismo modo que al agua obtenida de pozos someros. A lo largo del tiempo se fueron haciendo perforaciones cada vez más

profundas desde niveles de 100 m hasta más de 200 con el fin de encontrar aguas de una mayor calidad para este fin, con menor contenido de sodio y menor conductividad, lo que no fue tal pues se encontraron aguas de una conductividad incluso superior a 6000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ lo que da idea de la similitud con las aguas del Balneario Villa de Olmedo.

Sanz-Montero et al. (2013) (17) estudiaron la laguna alcalina o sódica de las Eras (Humedal Coca-Olmedo) y hacen referencia a que se ubica en el complejo lagunar de la Cuenca del Duero. Se trata de lagunas que se alimentan mediante flujos de aguas subterráneas que contiene, entre otras, altas concentraciones de sodio, lo que caracteriza a muchas de las aguas de la zona, lo que recogen de Bernáldez y Rey (18).

2. ANÁLISIS REALIZADOS

En el mes de junio de 2013 se procedió a la recogida de muestras para la realización de los diferentes análisis; dichas muestras coinciden con las utilizadas para realizar los análisis microbiológicos (19).

Desde el punto de vista de caracteres organolépticos, se trata de un agua incolora, inodora y de sabor salino.

Se realizaron una serie de análisis a pie de manantial; para las determinaciones que se llevan a cabo en el laboratorio se recogieron las muestras y 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 procedió a determinar el anhídrido carbónico, a preparar las muestras 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 140/2003 (20) por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, dado que en algunos casos las aguas de este Balneario se utilizan por vía oral; además, para la clasificación de las aguas se tuvo en cuenta la nomenclatura utilizada en Hidrología médica.

3. 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 Villa de Olmedo. En la Tabla 1 se recogen los datos correspondientes a las constantes físico-químicas. La temperatura ambiente fue de 25,8°C.

Tabla 1. Constantes físico – químicas

Parámetro	Unidades	Agua Villa de Olmedo
Temperatura ambiente	°C	25,8
Temperatura del agua	°C	21,7
pH	Unidades de pH	8,2
Densidad		1,004
Turbidez	FAU	< 1

La temperatura del agua fue de 21,7°C. Maraver et al. (2010) (10), indican una ligeramente inferior, de 21,3°C. Diferentes autores indican que las aguas cuya temperatura se encuentra entre 20 – 30°C (Código Alimentario Español, 2006) (21) o inferior a 35°C (Casares et al., 1978 (22); Maraver, 2003 (4); Armijo et al., 2003 (23), Maraver et al., 2010 (10)) se deben considerar hipotermiales. Por ello podemos considerar que las aguas de Olmedo corresponden a esta denominación de hipotermiales.

El pH encontrado fue de 8,2, algo más elevado que el de las aguas de otros balnearios y similar al de los Balnearios de Almeida (Zamora), Ledesma o Retortillo (Salamanca) o Palacio de Salinas (Valladolid), de la misma Comunidad Autónoma, de 8,4, 8,2, 8,8 y 8,5, respectivamente (24). Maraver et al. (2010) (10), recogen en el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas un valor de pH de 7,9 para las aguas de Villa de Olmedo. La Legislación Española/CAE (2006) (21), al hablar de las aguas de consumo, indica que su pH deberá estar comprendido entre 7,0 y 8,5. Rodier (1998) (25), para aguas de distribución refiere un pH = 7 – 8,5.

En relación a los gases disueltos, existen en una pequeña cantidad. El contenido de oxígeno disuelto fue de 1,38 mg/L y no se encontró carbónico

En la Tabla 2 se recogen las características generales. Los valores de conductividad eléctrica son elevados, de 7526,5 µS.cm-1. En el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas (10) se cita una conductividad de 9780 µS.cm-1, determinada a 25°C. El propio Balneario (26) nos proporcionó datos de las aguas que nos ocupan y la conductividad es algo superior a la encontrada por nosotros; fue

próxima a 8500 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ en 2011, a 20°C y superior a 9000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ cuando se determinó a 25°C en 2012. Si tenemos en cuenta ahora datos correspondientes a otros balnearios de la provincia de Valladolid, como es el de Palacio de Salinas, en este caso las aguas presentan una conductividad superior, de 11326 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (10).

Tabla 2. Características generales

Parámetro	Unidades	Agua Villa de Olmedo
Conductividad eléctrica a 20°C	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	7526,5
Residuo seco a 180°C	mg/L	5608,0
Oxidabilidad al permanganato	mg O ₂ /L	11,0

Rodier (1998) (25) indica que aguas con una conductividad superior a 1000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ son de mineralización excesiva y superior a 1500 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ inutilizable en zonas irrigadas

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 a la hora de comparar nuestros datos con otros haremos referencia a ambas temperaturas. Las aguas del Balneario de Villa de Olmedo presentan un residuo seco, a 180°C, de 5608 mg/L, lo que nos da idea de que se trata de aguas de mineralización muy importante. Otros datos obtenidos del propio Balneario (26) se encuentran entre 5648 y 5714 mg/L, muy similares al nuestro. Maraver et al. (2010) (10) refieren un dato para el residuo seco a 180°C de 6179 mg/L y a 110°C, de 6125 mg/L, lo que permite clasificarlas de mineralización fuerte (24).

El contenido total de sales de las aguas del Balneario Villa es muy inferior al otro Balneario de la misma provincia, el de Palacio de Salinas, cuyo residuo seco a 110°C es algo superior a 11000 mg/L. Rodier (1998) (25) comenta que las aguas con un residuo seco de 2000 – 4000 mg/L son de mala y cuando es superior a 4000 mg/L para una utilización.

La oxidabilidad al permanganato dio un valor de 11,0 mg de oxígeno por litro. Se trata de un valor muy elevado, pero tenemos que considerar que, en este caso, no da idea de la potabilidad del agua, sino que se trata de una interferencia en la determinación analítica debida al elevado contenido de cloruros del agua, ya que la presencia de una concentración demasiado alta de iones cloruro (50 mg o más) puede falsear los resultados (25). En relación a la potabilidad, tenemos que hacer referencia

a que el contenido de nitratos y nitritos nos indica que no existe problema al respecto ya que se encuentran a nivel, como máximo, de trazas (Tabla 4).

En relación a los cationes (Tabla 3) destaca el alto contenido de sodio, característico de muchas aguas de la zona, que fue de 2590 mg/L. Maraver et al. (2010) (10) citan un contenido de sodio de 2304,9 mg/L, muy próximo al nuestro y los datos aportados por el propio Balneario son algo inferiores a los 2000 mg/L. Las aguas del Balneario Palacio de Salinas (Valladolid) contiene 2365,5 mg/L de este elemento (10).

El contenido de potasio fue bajo, sin llega a 10 mg/L, lo que coincide con los datos aportados por otros autores (10).

Tabla 3. Cationes

Parámetro	Unidades	Agua Villa de Olmedo
Sodio	mg/L	2590,0
Potasio	mg/L	4,0
Calcio	mg/L	30,4
Magnesio	mg/L	7,2

El calcio y el magnesio, responsables de la dureza de las aguas, se encuentran, lógicamente, en cantidades muy bajas, de 30,4 mg/L para el primero y de 7,2 mg/L para el segundo. La dureza fue de 106,0 mg de CaCO₃/L. En la figura 1 se pueden ver nuestros datos (Villa de Olmedo), junto con los de dureza, en comparación con los citados por Maraver et al. (2010) (10) y los del propio Balneario (26). Observamos que se trata de valores bastante próximos.

Según Rodier (1998) (25), las aguas con una dureza inferior a 150 mg de CaCO₃/L son de buena calidad. Maraver et al. (2010) indican como aguas muy blandas aquellas con una dureza inferior a 100 mg de CaCO₃/L y blandas con contenidos entre 100 y 200 mg de CaCO₃/L. Casares et al. (1978) (22) las aguas blandas entre 80 y 140 mg CaCO₃/L. Armijo et al. (2003) (23), Armijo et al. (2008) (27) 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. Por todo lo dicho, clasificaríamos nuestras aguas como blandas.

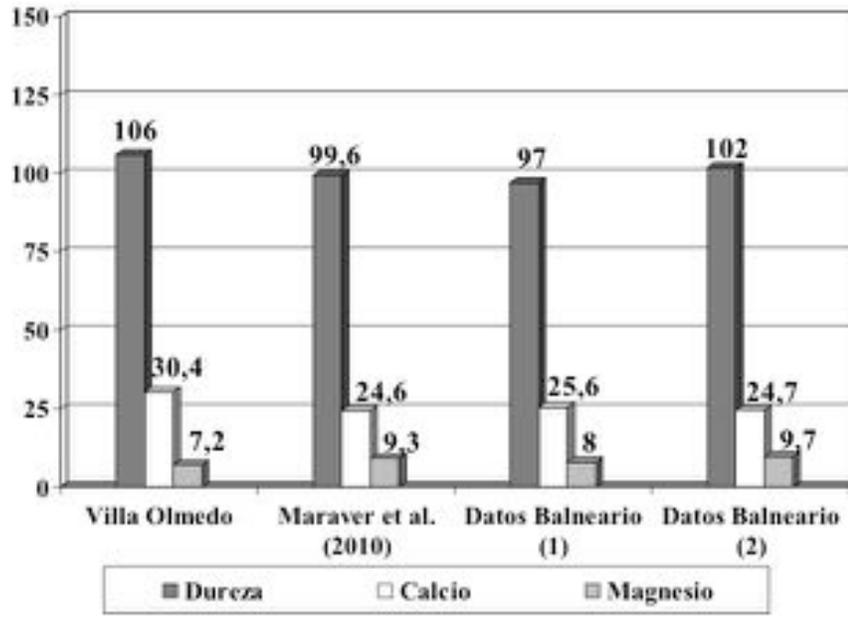


Figura 1. Dureza, calcio y magnesio de las aguas del Balneario Villa de Olmedo. Comparación con otros autores.

La Tabla 4 recoge los valores de aniones. Destaca, como era de esperar, el elevado contenido de cloruros que fue de 2759 mg/L. Los bicarbonatos y los sulfatos aparecen en cantidades próximas, entre 300 y 350 mg/L. Es importante destacar que esta agua no presentan ningún problema en relación al contenido de compuestos nitrogenados.

Tabla 4. Aniones.

Parámetro	Unidades	Agua Villa de Olmedo
Bicarbonatos	mg/L	335,0
Cloruros	mg/L	2759,0
Flururos	mg/L	0,3
Nitratos	mg/L	< 10
Nitritos	mg/L	Trazas
Sulfatos	mg/L	348,0

Si comparamos, nuevamente, nuestros datos con los obtenido por otros autores, vemos que el contenido de cloruros y el de bicarbonatos encontrados por nosotros son muy próximos a los que indican Maraver et al. (2010) (10), de 2856 mg/L, para los primeros y de 341,6 para los segundos. Existen más diferencias en

relación a los sulfatos, pues los mencionados autores dan un valor casi el doble que el nuestro, lo que podría deberse a la técnica analítica utilizada en su determinación.

Igual que en otras ocasiones hemos hablado del otro balneario de la provincia de Valladolid, el Balneario Palacio de Salinas, debemos comentar ahora que en este último los cloruros se encuentran en una cantidad inferior, de 1561,5 mg/L (10).

En relación con los sulfatos, el contenido de 348 mg/L. es superior a 250 mg/L que, según el RD 140/2003 (20) por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, daría idea de que se trata de aguas sulfatadas.

Tabla 5. Metales (Expresados en µg/L)

Elemento	Agua Villa de Olmedo	Nivel de referencia	Elemento	Agua Villa de Olmedo	Nivel de referencia
Aluminio	< 4	0 - 200	Cromo	< 1	0 - 50
Antimonio	< 0,1	0 - 5	Hierro	< 20	0 - 200
Arsénico	8,0	0 - 10	Manganeso	8,65	0 - 50
Boro	0,42	0 - 1	Mercurio	0,2	0 - 1
Cadmio	< 0,1	0 - 5	Níquel	5,4	0 - 20
Cobre	< 1	0 - 2000	Plomo	< 1	0 - 25

En la Tabla 5 se incluyen los datos obtenidos para diferentes metales y arsénico. No destaca ninguno de ellos a excepción de este último, para el que se alcanzaron los 8,0 µg/L, relativamente alto en relación al nivel de referencia; esto está de acuerdo con la presencia de este elemento en las aguas que corresponden al acuífero de Los Arenales (28, 29 y 30).

4. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos podemos concluir que las aguas del Balneario Villa de Olmedo se pueden considerar Aguas Hipotermas, de mineralización fuerte, clorurado-sódicas y blandas.

5. REFERENCIAS

1. Pozo Peñalba del JM. Lagunas y humedales de la Región de Los Arenales. Bodones entre arenas y pinares, lavajos en las campiñas.
Disponible en: (<http://www.geocyl.com/public/salinasaldeamayor.pdf>) (s.a., sin año).
2. San Martín Bacaicoa, J. Conceptos generales. Terminología. Curas balnearias como agentes terapéuticos. Bases biológicas. En: Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia. Informe de Evaluación de Tecnologías Sanitarias Nº 50. Madrid, Junio de 2006. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS). Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Sanidad y Consumo. Edita: Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias. Instituto de Salud Carlos III - Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid. 2006
3. Rodríguez Sánchez JA. Agua que aún mueve molino: aproximación a la historia balnearia. Anales de Hidrología Médica 2007; 2: 9-26.
4. Maraver Eyzaguirre F. Importancia terapéutica de las aguas mineromedicinales. En: Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Edita Instituto de Salud Carlos III. Madrid. 2003
5. Francés Causapé M^ªC, López Guzmán J, El balneario de la Villa de Olmedo (Valladolid). Historia y generalidades, en esta misma monografía. 2015.
6. Corral Lledó M, López Geta JA. Génesis de las aguas minerales y termales. En: Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. 1^ª ed. Ed. Complutense. Madrid. 2010.
7. Anuncio 3.677/05. del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León en Valladolid. 2005 BOE nº 34, 09-02 2005.
8. Anuncio 8.266/06 del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León en Valladolid. BOE nº 51, 01 -03-2006.
9. Ley 22/1973 de 21 de julio de Minas y Real Decreto 2857/1978 de 25 de agosto por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería. 1978
10. Maraver F, Hurtado I, Armijo F. Capítulo 4. Aguas mineromedicinales españolas. 4.1. Análisis y fichas. En Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. 1^ª ed. Ed. Complutense. Madrid. 2010.
11. Ayuntamiento de Aguasal. Disponible en: (www.agusal.ayuntamientosdevalladolid.es). (s.a.)
12. Pueblos de España. Disponible en: (www.pueblos-espana.org/castilla+y+leon/valladolid/agusal/) (s.a.)
13. García Merino C, Sánchez Simón M Abastecimiento de agua, saneamiento y drenaje en la villa romana de Almenara de Adaja (Valladolid). SALDVIE . 2010; nº 10, pp. 189– 06.
14. Pozo Peñalba, del J.M. Lagunas y humedales de la Región de Los Arenales. Bodones entre arenas y pinares, lavajos en las campiñas. En: <http://www.geocyl.com/public/salinasaldeamayor.pdf> (s.a., sin año).
15. Molinero Hernando F, Baraja Rodríguez, E. La salinización de los suelos en los regadíos de Castilla y León, en El medio rural español. Cultura, Paisaje y Naturaleza. Salamanca: Universidad de Salamanca; Centro de Estudios Salmantinos. 1992; pp. 169-180.
16. Baraja Rodríguez E, Molinero Hernando F. La salinización de los suelos en los regadíos de Castilla y León. En: El medio rural español: cultura, paisaje y naturaleza: homenaje a don Ángel Cabo Alonso.

- Cabero Diéguez, V.; Llorente Pinto, J.M.; Plaza Gutiérrez, J.I.; Pol Méndez, C. Vol. 1, pág. 169-180. Ed. Universidad de Salamanca, 1ª reimpresión diciembre 1994. ISBN 84-491-0058-5. 1994.
17. Sanz-Montero ME, Arroyo X, Cabestrero O, Calvo JP, Fernández-Escalante E. *et al.* Procesos de sedimentación y biomineralización en la laguna alcalina de las Eras (Humedal Coca-Olmedo). *Geogaceta*, 2013; 53: 97–100.
 18. Bernáldez FJ, Rey JM. Geochemical relationships between groundwater and wetland soils and their effects on vegetation in central Spain. *Geoderma*, 1992; 55 (3–4): 273 – 288.
 19. De la Rosa Jorge MC, Pintado García C, Rodríguez Fernández C. Microbiología del agua mineral del Balneario Villa de Olmedo., en esta misma monografía. 2015.
 20. REAL DECRETO 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE nº 45, 21-02 -2003.
 21. Legislación Alimentaria. Código Alimentario Español y disposiciones legales complementarias. 7ª edición actualizada. Ed. Tecnos (Grupo Anaya S.A.). Madrid. 2006.
 22. Casares López R, García Olmedo R,; Valls Payés C. Tratado de Bromatología. 5ª ed. Pub. Dpto. Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado. UCM. Madrid. 1978.
 23. Armijo F, Hurtado I, Maraver F. “Aguas mineromedicinales españolas”. En: *Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas*. Edita Instituto de Salud Carlos III. Madrid. 2003.
 24. Maraver Eyzaguirre F. Capítulo 4. Aguas mineromedicinales españolas. 4.2. Clasificaciones. En *Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas*. 1ª ed. Ed. Complutense. Madrid. 2010.
 25. Rodier J. Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. 3ª ed. Ed. Omega Barcelona. 1998.
 26. Balneario Villa de Olmedo. Datos analíticos de las aguas del Balneario Villa de Olmedo, 2014.
 27. Armijo F, de Michele D, Giacomino M, Belderrain A, Corvillo, I, Maraver F. Análisis de las aguas minerales de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Balnez* nº 4, 55 – 84. ISBN 978-84-669-2981-3. 2008.
 28. Calvo Revuelta C, Álvarez-Benedí J Andrade Benítez M, Marinero Diez P Bolado Rodríguez S. Contaminación por arsénico en aguas subterráneas en la provincia de Valladolid: Variaciones estacionales. *Estudios de la Zona No Saturada del Suelo Vol. VI*. 2003.
 29. Sahún B, Gómez JJ, Lillo J, del Olmo P. Arsénico en aguas subterráneas e interacción agua-roca: un ejemplo en la cuenca terciaria del Duero (Castilla y León, España). *Rev Soc Geol España*, 2004 17 (1–2): 137–155.
 30. Mayorga Moreno MP. Arsénico en aguas subterráneas: su transferencia al suelo y a la planta. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. 2013.

ESTUDIO 3

Análisis de la radiactividad en aguas del balneario

Title in English: *Radioactivity analysis of spa water*

M^a del Carmen Heras Íñiguez*, Ana M^a Suárez Fidalgo, Catalina Gascó Leonarte, Beatriz Romero del Hombrebueno Pozuelo, José Antonio Trinidad Ruiz, M^a Antonia Simón Arauzo.

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

An. Real. Acad. Farm. Vol 81, Special Issue (2015) pp. 45-53.

RESUMEN

Se ha realizado el estudio radiológico del agua del manantial del Balneario de Olmedo en la provincia de Valladolid.

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.

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

Palabras clave Radiactividad; Radionucleido; Periodo de semidesintegración; Series radiactivas.

ABSTRACT

Radioactivity analysis of Olmedo Spa water was carried out by the CIEMAT Laboratory of Environmental Radioactivity. 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.

Keywords: Radioactivity; Radionuclides; Half live; Radioactive series.

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 el manantial del Balneario de Olmedo. 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.

Los isótopos radiactivos que habitualmente se encuentran presentes en el agua, a excepción del K-40, tritio y carbono-14 que son de origen cosmogénico, 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.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Muestras

Las muestras se tomaron en septiembre de 2012 en el punto de emergencia del manantial (Figura 1), en la figura 2 aparece el punto de surgencia que se usaba anteriorme. Para el análisis del radón se utilizaron envases de tipo Marinelli de 500 mL de capacidad que se llenaron hasta el borde, se cerraron herméticamente, se anotó la hora exacta de la toma de muestra y se midieron en el laboratorio antes de las 72 horas.

Para el resto de los análisis se tomaron 10 L de agua en dos garrafas de polipropileno nuevas y se acidularon con HNO₃ hasta pH inferior a 2.



Figura 1. Punto de emergencia del manantial



Figura 2. Punto de surgencia.

2.2. Índices de actividad alfa y beta 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 (1,2)

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.

2.3. Determinación de radionucleidos específicos

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.

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 centelleo sólido 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 la 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 muy largo.

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 (7) mediante un autodepósito sobre disco de plata en medio reductor, citrato sódico y bismuto en baño de agua termostatizado (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 $T_{1/2}=1.28E+09$ años. Su determinación se realiza por espectrometría gamma (3) a partir del fotopico de 1460 keV.

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 por concentración electrolítica y medida por centelleo líquido (8). Mediante concentración electrolítica los límites de detección son veinte veces menor que los de medida directa.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la actividad obtenida para los diferentes radionucleidos, expresada Bequerelios/Litro y su incertidumbre asociada para un factor de $k = 2$.

Tabla 1. Resultados del estudio radiológico del agua del Balneario de Olmedo.

Análisis	Actividad Bq/L
Alfa total	6,9E-01±6,5E-02
Beta total	1,9E+00±3,8E-01
Rn-222	3,1E+00±2,4E-01
Ra-226	1,9E-02±4,0E-03
U-238	2,7E-01±2,2E-02
U-235	1,1E-02±3,1E-03
U-234	5,2E-01±3,8E-02
Th-232	ND
Th-230	9,0E-04±2,0E-04
Th-228	6,1E-04±2,0E-04
Po-210	2,0E-03±7,0E-04
Tritio	ND
K-40	ND

ND: no detectable

Según el Vademécum de aguas mineromedicinales españolas (9) se clasifican como aguas radiactivas las que tienen más de 67,3 Bq/L por lo que estas agua no podrían clasificarse como tales ya que su actividad es inferior (3,1 Bq/L).

Sin embargo tanto el valor de la actividad alfa total como el de la actividad beta superas los valores de actividad permitida para las aguas de consumo humano 0,1

Bq/L para alfa y 1 Bq/L para beta (10) aunque esta normativa no aplica a las aguas mineromedicinales

Se han comparado los valores encontrados de la actividad alfa total, beta total y Rn-222 con los valores máximos y mínimos encontrados en estudios anteriores de otros balnearios, como se puede ver, son algo superiores a los mínimos están lejos de acercarse a los valores máximos.

Tabla 2. Comparación de los resultados de actividad del balneario de Olmedo con otros balnearios

<i>Análisis</i>	<i>Olmedo Bq/L</i>	<i>Máximo Bq/L</i>	<i>Mínimo Bq/L</i>
Alfa total	0,69 ± 0,07	48	0,08
Beta total	1,85 ± 0,38	95	0,05
Rn-222	3,07 ± 0,24	270	0,03

4. CONCLUSIONES

En las aguas del Balneario de Olmedo, no se ha detectado isótopos radiactivos de origen artificial. La actividad detectada es debida a la presencia de radionucleidos de origen natural pertenecientes a las series radiactivas del 238U, 235U y 232Th.

La actividad debida a la presencia de 222Rn 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 Olmedo tienen niveles bajos de radiactividad.

5. REFERENCIAS

1. Trinidad JA, Romero del Hombrebueno B. Determinación de la actividad alfa total en aguas por centelleo sólido. (RA/PT-L501). Dpto. de Medio Ambiente. CIEMAT 2013.
2. Simón MA, Heras MC. Determinación del índice de actividad beta total y beta resto en aguas mediante contador proporcional. (RA/PT-L204). Dpto. de Medio Ambiente. CIEMAT. 2013.
3. Suárez JA. Determinación de emisores gamma en muestras ambientales. (RA/PT-L301). Dpto. de Medio Ambiente. CIEMAT 2013.
4. Gómez V, Heras MC, García MR. 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). Dpto. de Impacto Ambiental de la Energía CIEMAT 1994.

5. Heras MC, Gómez V, García MR, Pozuelo M, Gracia JA. 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. 1996.
6. Pozuelo M, Procedimiento para la determinación de Th-230 en aguas por espectrometría alfa. (PE-IA-LRA-09) Dpto. de Impacto Ambiental de la Energía CIEMAT 2002.
7. Gascó C. Determinación de Po-210 y Pb-210 en muestras ambientales por espectrometría alfa. (RA/PT-L404). Dpto. de Medio Ambiente. CIEMAT 2013.
8. Romero del Hombrebueno B, Trinidad JA. Determinación de la actividad de tritio en aguas por centelleo líquido. (RA/PT-I502). Dpto. de Medio Ambiente. CIEMAT 2013.
9. Vademecum de Aguas Mineromedicinales Españolas Ed. Instituto de Salud Carlos III. Madrid, 2003.
10. Real Decreto 140/2003, , por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano BOE nº 45, 21-02-2003.

ESTUDIO 4

Microbiología del agua mineral del balneario

Title in English: *Microbiology of the mineral water of spa*

M^a Carmen de la Rosa Jorge*, Concepción Pintado García, Carmina Rodríguez Fernández.

Departamento de Microbiología II. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid.

An. Real. Acad. Farm. Vol 81, Special Issue (2015) pp. 54-63.

RESUMEN

Se ha estudiado la microbiota autóctona y alóctona del agua mineral del Balneario Villa de Olmedo (Valladolid). El número total de microorganismos en el agua ha sido de $4,5 \times 10^3/\text{mL}$ y el número de bacterias viables heterótrofas menor de 5 ufc/mL. 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 bacilos Gram negativos de la clase *Gammaproteobacteria* (68,5%) y, en menor proporción, por cocos Gram positivos (14,3%). La especie más frecuente ha sido *Pseudomonas stutzeri* (37,2%). Se han detectado bacterias con actividades amonificantes, nitrificantes, proteolíticas y amilolíticas en 100 mL de agua, que contribuyen a la autodepuración del agua.

Palabras clave: Manantial hipotermal; Microbiota autóctona; Biodiversidad; Agua mineromedicinal.

ABSTRACT

The autochthon and alochthon microbiota of the mineral water of the Villa de Olmedo Spa have been studied. The total number of microorganisms in the water was of $4.5 \times 10^3/\text{mL}$ and the number of heterotrophic viable bacteria was lower than 5 cfu/mL. Neither faecal indicators nor pathogenic microorganisms were found; therefore these waters comply with the Spanish regulations on drinking water. The autochthon microbiota mostly belongs to Gram negative bacilli, from the Class *Gammaproteobacteria* (68.5%) and in smaller percentage to the Gram positive cocci (14.3%). The most frequently found species was *Pseudomonas stutzeri*. Moreover ammonifying, nitrifying, proteolytic and amylolytic bacteria have been detected in 100 mL of water, all of them involved in self-purification process of water.

Keywords: Hypothermal spring; Autochthon microbiota; Biodiversity; Mineral water.

1. INTRODUCCIÓN

El Balneario Villa de Olmedo se encuentra situado en el municipio de Olmedo, en la comarca de Tierra de Pinares, al sur de la provincia de Valladolid, perteneciente

a la comunidad autónoma de Castilla y León. Está construido sobre las ruinas del antiguo monasterio de Sancti Spiritus, uno de los primeros monasterios femeninos españoles, fundado en el siglo XII, del que conserva un patio y la bóveda de la iglesia de estilo mudéjar. Actualmente el Balneario dispone de modernas instalaciones para los distintos tratamientos termales y de un hotel de cuatro estrellas (Figura 1).

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 estudiado, por primera vez en estas aguas mineromedicinales, la microbiota autóctona por su importante papel en la autodepuración de las mismas, con el fin de conocer su diversidad, número, identidad y actividad que depende de las propiedades físicas y químicas de dichas aguas.



Figura 1. Edificio del balneario Villa de Olmedo.

2. RESULTADOS

2.1. Manantial

El Balneario utiliza, principalmente, el agua procedente de un manantial mineromedicinal denominado Sancti Spiritus, nombre del antiguo monasterio. El

punto de emergencia se encuentra en el exterior del Balneario, en una zona ajardinada separada de la piscina, protegido por una pequeña fábrica de obra y una tapa metálica (Figura 2). El agua se capta mediante una bomba y se conduce por tuberías al interior del balneario para su utilización en los distintos tratamientos. Estas aguas mineromedicinales emergen a una temperatura de 22° C, tienen un pH neutro y se clasifican como hipotermales, de mineralización fuerte, clorurada sódica, muy blanda (1).

Para realizar este estudio se tomaron muestras de agua en el punto de emergencia, en mayo del año 2013. 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.



Figura 2. Punto de emergencia

2.2. Microorganismos totales y vivos

El número de todos los microorganismos presentes en este ambiente acuático, se ha realizado por el método del recuento directo utilizando un microscopio de fluorescencia y varios fluorocromos que nos permiten distinguir los microorganismos muertos de los vivos: naranja de acridina, Syto® 9 y yoduro de propidio del kit

“BacLight Live/Dead”. Las muestras teñidas se filtraron por una membrana Nucleopore de 0,2 μm de diámetro de poro y se observaron con objetivo de inmersión, siguiendo la técnica de Boulos et al. (2).

El número de microorganismos totales ha sido de $4,5 \times 10^3/\text{mL}$, siendo el porcentaje de vivos, 44,4%. Estos resultados son semejantes a los encontrados en otro manantial de agua mineromedicinal clorurado sódico (3), pero ha sido menor el porcentaje de microorganismos vivos.

2.3. Bacterias aerobias viables

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 y dilución en placa, utilizando los medios agar extracto de levadura (4) para las bacterias heterótrofas y agar R2A (5) para las oligotrofas, e incubando a 22° C, tres días y a 37° C, 24 horas, respectivamente. Los resultados se han expresado en unidades formadoras de colonias por mL de agua (ufc/mL).

TABLA 1. Número de bacterias aerobias viables (ufc/mL).

Tª (°C)	Bacterias	Manantial
22°	Heterótrofas	1,4
37°		0,6
22°	Oligotrofas	3,6
37°		0,3

En el punto de emergencia, el número de bacterias viables del agua es muy bajo, menor de 5 ufc/mL, lo que significa que la protección del manantial es adecuada (Tabla 1), presentando más bacterias oligotrofas que heterótrofas, propio de ambientes acuáticos subterráneos pobres en materia orgánica (6). Los valores obtenidos son semejantes a los de otros manantiales españoles hipotermales (3, 7, 8). 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 no crecen en las

condiciones y medios de cultivo utilizados en el laboratorio y, algunas, se encuentran en el estado de viable no cultivable (9).

2.4. Microorganismos de interés sanitario

Las aguas mineromedicinales se utilizan en los balnearios con fines terapéuticos, por lo que es necesario un control microbiológico periódico, para evitar cualquier riesgo sanitario y deben tener ausencia de bacterias que indiquen contaminación fecal y de microorganismos patógenos, que puedan transmitirse a través del agua.

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*, además se ha investigado la presencia de *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Pseudomonas aeruginosa*, utilizando los métodos oficiales de las aguas de consumo humano (4) y de bebida envasadas (10). También se ha estudiado *Staphylococcus aureus*, filtrando 250 mL de agua, cultivando el filtro en caldo triptona soja y aislando en agar Baird-Parker (11) y *Legionella pneumophila*, según la Norma ISO 11731 (12).

No se han encontrado ninguno de los microorganismos indicadores de contaminación fecal, ni bacterias patógenas (*Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila* y *Staphylococcus aureus*) en 250 mL de agua, por lo que cumplen con la normativa de aguas de consumo humano (4) y aguas de bebida envasadas (13).

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 y mantiene el equilibrio biológico de estos ambientes hidrotermales (6).

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

Tabla 2. Número de microorganismos de interés ecológico (NMP/100 mL).

Microorganismos	Manantial
Proteolíticos	4,3 x 10
Amilolíticos	2,4 x 10 ²
Celulolíticos	<3
Amonificantes	>1,4 x 10 ⁴
Nitrificantes	9,3 x 10

El agua ha presentado bacterias proteolíticas, amilolíticas, 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 hipotermales (3, 7, 15, 16, 17, 18). Las bacterias celulolíticas y nitrificantes no suelen detectarse en este tipo de aguas o se encuentran en un número muy bajo (7, 17).

Se han estudiado los microorganismos halófilos moderados, utilizando agar halófilo con 15 % de cloruro sódico (18) e incubando a 30° C, durante 7 días, pero no se han detectado a pesar de que estas aguas son de mineralización fuerte y poseen cloruros y sodio.

También se han estudiado otros tipos de microorganismos constituyentes de la microbiota autóctona de las aguas: hongos, cianobacterias y algas. El recuento de hongos se realizó por el método de filtración, utilizando el medio agar Sabouraud con cloranfenicol al 0,05 % (11). La presencia de algas y cianobacterias se ha determinado filtrando 100 mL e inoculando el filtro en medio Stanier (19), incubando con iluminación controlada a 24° C, durante 30 días. No se han detectado hongos, cianobacterias ni algas en ninguna muestra de agua.

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 y las galerías Staph para los cocos Gram positivos.

En las muestras estudiadas se han aislado 35 cepas de bacterias viables heterótrofas y oligotrofas, que corresponden a los tipos morfológicos de bacilos Gram

negativos (85,7 %) y cocos Gram positivos (14,3 %) (Tabla 3). Según la clasificación taxonómica del Manual de Bergey (20, 21) las cepas identificadas pertenecen, en su mayoría, al Phylum *Proteobacteria* (82,8%), y en menor proporción a los Phyla: *Firmicutes* (14,3%) y *Bacteroidetes* (2,8 %) (Tabla 4). La mayoría de los bacilos Gram negativos aislados son no fermentadores (82,8%) y pertenecen a la clase *Gammaproteobacteria* (68,5%). Estos resultados son semejantes a los obtenidos en otros manantiales minerales hipotermales (3, 7,15, 17, 18, 22).

Tabla 3. Clasificación morfológica (% cepas).

Bacterias	Manantial
Bacilos Gram negativos	85,7
No Fermentadores	82,8
Fermentadores	2,8
Cocos Gram Positivos	14,3

Tabla 4. Clasificación taxonómica (% cepas).

Phylum	Clase	Manantial
<i>Proteobacterias</i>		82,8
	Alpha	14,3
	Gamma	68,5
<i>Bacteroidetes</i>		2,8
	<i>Flavobacteria</i>	2,8
<i>Firmicutes</i>	<i>Bacilli</i>	14,3

Se han aislado varias cepas de bacterias con pigmentos carotenoides y fluorescentes. Es frecuente la presencia de este tipo de bacterias en aguas minerales (7, 18), debido a que los pigmentos carotenoides las protegen de las radiaciones evitando la muerte fotodinámica. Entre ellas, destacamos en estas aguas las especies: *Brevundimonas vesicularis*, *Flavobacterium aquatile*, *Sphingomonas aquatile*, con pigmento carotenoide amarillo y *Pseudomonas fluorescens* que posee un pigmento fluorescente. 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. Se la considera autóctona de las aguas, habiendo sido detectada en otros manantiales hipotermales (3, 15, 17, 18, 22) y en aguas minerales (23).

En la Tabla 5 se detallan las especies de bacterias Gram negativas aisladas en este agua, siendo *Pseudomonas stutzeri* y *P. alcaligenes* las predominantes. Estas dos especies fueron también las más frecuentes en otro manantial clorurado sódico (3). *P. stutzeri* es una bacteria muy heterogénea tanto en sus propiedades nutricionales como en su genotipo. Se encuentra en el suelo y el agua y sus principales características son la desnitrificación y la utilización del almidón y otros sustratos orgánicos como fuente de carbono (20) por lo que se utiliza en la descontaminación de suelos y aguas residuales (24).

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

Bacterias	Manantial N=35
<i>Bacteroidetes</i>	2,8
<i>Flavobacterium aquatile</i>	2,8
<i>Proteobacteria</i>	82,8
<i>Acinetobacter lwoffii</i>	2,8
<i>Aeromonas hydrophila</i>	2,8
<i>Brevundimonas vesicularis</i>	11,5
<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	20,0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,8
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	37,2
<i>Sphingomonas aquatile</i>	2,8
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	2,8
<i>Firmicutes</i>	14,3
<i>Staphylococcus warneri</i>	8,5
<i>Vagococcus fluvialis</i>	5,7

Los cocos Gram positivos se encuentran en baja proporción y corresponden a los géneros *Staphylococcus* y *Vagococcus* (Tabla 5). Los estafilococos son muy ubicuos y se han detectado en diversas aguas mineromedicinales (7, 15 16, 18, 22). Además se ha aislado *V. fluvialis* cuyo hábitat es el agua dulce y que también hemos encontrado en otros manantiales hipotermales (8, 25).

3. 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 y amonificante que intervienen en los ciclos biogeoquímicos y contribuyen a la autodepuración de las aguas.

4. AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a los propietarios del Balneario y en especial a D. Roberto García, 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.

5. REFERENCIAS

1. Maraver, F., Armijo, F. Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Ed. Complutense: Madrid. 2010
2. Boulos, L.; Prévost, M.; Barbeau, B.; Coallier, J. & Desjardins, R. Live/Dead BacLight: application of a new rapid staining method for direct enumeration of viable and total bacteria in drinking water. J Microbiol Method 1999; 37: 77-86.
3. De la Rosa MC, Sánchez MC, Rodríguez C, Mosso, M.A. Microbiología del manantial mineromedicinal del Balneario Puente Viesgo. An R Acad.Nac Farm 2007; 73: 251-265.
4. Anónimo Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero sobre Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE 2003; 45: 7228-7245.
5. Reasoner DJ, Geldreich E. A new medium for the enumeration and subculture of bacteria from potable water. Appl Environ Microbiol; 1985; 49: 1-7.
6. Leclerc H, Moreau A. Microbiological safety of natural mineral water. FEMS Microbiol. Rev. 2002; 26: 207-222.
7. Mosso M.A, De la Rosa MC. Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Baños de la Concepción. An R Acad Nac Farm 2011; 77:57-73.
8. Mosso MA, De la Rosa MC, Díaz F, Vivar C, Medina MR. Microbiología del manantial de aguas mineromedicinales de Alange. Monografía nº 16. ed. Real Academia Nacional de Farmacia;1990; pp. 28-40.
9. Oliver JD. The viable nonculturable state in bacteria. J Microbiol 2005; 43: 93-100.
10. Anónimo. Orden de 8 de mayo de 1987. Métodos oficiales de análisis microbiológicos para la elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. BOE 1987; 114: 13964-13973.
11. Anónimo Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th edition. American Public Health Association. Washington 1998.

12. Anónimo Water quality. Detection and enumeration of Legionella. International Standard ISO 11731. 1998.
13. Anónimo Real Decreto de 30 de diciembre de 2010 por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano. BOE 2010; 16: 6111-6133.
14. Pochon J, Tardieux P. Techniques d'analyse en microbiologie du sol. De la Tourelle. St. Mandé (Seine) 1956.
15. De la Rosa M.C, Andueza F, Sánchez MC, Rodríguez C, Mosso MA. Microbiología de las aguas mineromedicinales de los Balnearios de Jaraba. An R Acad Nac Farm 2004; 70: 521-542.
16. Mosso MA, Sánchez MC, Rodríguez C, De la Rosa MC. Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario Cervantes. An R Acad Nac Farm 2006; 72: 285-304.
17. Mosso MA, Sánchez MC, Pintado C, Rodríguez C, De la Rosa MC. Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Valdelateja. An. R. Acad. Nac. Farm. 2008; 74: 505-521.
18. De la Rosa MC, Pintado C, Rodríguez C, Mosso MA. Análisis microbiológico de las aguas mineromedicinales del Balneario "El Raposo". In: Monografía nº 32. Ed. Real Academia Nacional de Farmacia 2013; pp 6-26.
19. Stanier R, Adelberg E, Ingraham J. Microbiología. Reverté. Barcelona 1984.
20. Garrity G, Brenner D, Krieg N, Staley J. Bergey's Manual of Sistematic Bacteriology. Second ed. Vol. II. The Proteobacteria. Part B and C. Springer. New York 2005.
21. Whitman W. Bergey's Manual of Sistematic Bacteriology. Second ed. Vol. III. The Firmicutes. Springer. New York 2009.
22. De la Rosa M C, Pintado C, Rodríguez C, Mosso MA. Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Alicún de las Torres. An R Acad Nac Farm 2009; 75: 763-780.
23. Leclerc H, Da Costa M. Microbiology of natural mineral waters. In: Technology of Bottled water. 2ª Ed. Blacwell Publishing. Boston. 2004.
24. Busquets A, et .al. Draft Genome Sequence of Pseudomonas stutzeri Strain B1SMN1, a Nitrogen-Fixing and Naphthalene- Degrading Strain Isolated from Wastewater. Genome Announc 2013 1: 584-13.
25. De la Rosa M C, Mosso M.A, Prieto MP. Microbiología del agua mineromedicinal del Balneario "El Paraíso" de Manzanera (Teruel). An R Acad Nac Far 2001; 67: 173-183.

ESTUDIO 5

Geología, hidrología y protección de las aguas subterráneas del balneario

Title in English: *The geology, the hydrogeology and the protection of its medicinal groundwaters*

José Antonio López Geta^{1*}, Antonio Ramírez Ortega²

¹Instituto Geológico y Minero de España (IGME). ²Académico Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia. *lopez.geta@igme.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 81, Special Issue (2015) pp. 64-83.

RESUMEN

El balneario de la Villa de Olmedo se sitúa en el Dominio Hidromineral nº 7 Meseta Norte, uno de los diecinueve dominios identificados en España. Ese Dominio coincide prácticamente con la cuenca terciaria del río Duero y en concreto con la zona definida hidrogeológicamente como Región de los Arenales, cuyas singularidades geológicas e hidrogeológicas son las que hacen que las aguas del Balneario dispongan de una tipología especial en cuando a la composición mineralógica de sus aguas. Estos componentes mineralógicos tienen que ver con el modelo hidrogeológico del sistema, que puede asimilarse al propuesto por Toht para las grandes cuencas sedimentarias como es este caso. La calidad de las aguas aprovechadas depende básicamente de la profundidad de las perforaciones. Así, las aguas más someras van a tener una mejor calidad, y por el contrario, si cortan líneas de flujo profundas, las aguas tendrán un alto contenido en sales. En los alrededores del Balneario, las aguas presentan una conductividad eléctrica entre los 8.000 y 10.000 μScm^{-1} , y se han datado con una antigüedad de más de 1000 años (de acuerdo

ABSTRACT

Villa de Olmedo, Medical Spa is located in the Hydromineral Area number 7, North Plateau, one of the nineteen typical areas in Spain. That area practically bump into the tertiary basin of the Duero river, exactly in the hydrogeological area known as the Región de los Arenales. Its geological and hydrogeological singularities make the medical spa waters with an special kind of mineralogical composition. Its mineralogical components have to do with the hydrogeologic model which nature and characteristics can be similar to the TOHT proposal for the big sedimentary basins like these. The quality of the collected waters depends basically on the depth of the drillings and therefore on the depth that the extractions are made; namely, if the waters cut not very deep streams they'll have better quality, and, on the contrary, if they cut deep stream lines, the waters will have high content of salts, located in the medical spa surroundings, dated more than 1000 years (according to the 14C), and temperature higher than 21°C, due to the gradual geothermal in that place.

con el 14C) y una temperatura superior a 21 °C, debido al gradiente geotérmico en ese lugar.

Palabras clave: Aguas termales; balneario; salinidad y acuífero.

Keywords: Thermal waters; medical Spa; salinity; saline and aquifer.

1. EL BALNEARIO DE LA VILLA DE OLMEDO EN EL CONTEXTO DE LOS DOMINIOS HIDROMINERALES ESPAÑOLES

1.1. Introducción

Al final del siglo XX, y en estos primeros años del siglo XXI, rebrota el interés científico, social y cultural por conocer el origen de las aguas minerales y termales; así como el porqué de su presencia en ciertas zonas, de su composición mineralógica y de su temperatura especial. Entre las Instituciones que han buscado la respuesta a esas preguntas, destaca el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Organismo público creado en el año 1849 en el Reinado de Isabel II, con la función de conocer y valorar los recursos naturales, entre ellos, las aguas minerales y termales. De sus estudios de investigación, destacar el recientemente publicado, titulado, *Aspectos genéticos de las aguas minerales y termales españolas* (1), en el que se justifica científicamente la existencia en España, de una gran variedad de aguas minerales, con diferente composición físico-química, que en este estudio se han agrupado en 78 familias o facies hidroquímicas distintas (2). Estas familias de aguas conjuntamente con las características geológicas de su ámbito, se han agrupado, por primera vez en España, en 19 Dominios Hidrominerales, definidos estos como conjunto de formaciones geológicas relacionadas geográfica y estratigráficamente entre sí, que engloba materiales cuya litología y estructura permiten el almacenamiento y circulación de las aguas subterráneas con características físico-químicas similares; cuyas respectivas dimensiones, génesis geológica, y características hidrogeoquímicas resultan claramente diferenciadas (3). De estos ámbitos, es en el Dominio Hidromineral nº 7, Meseta Norte, donde se sitúa el Balneario de la Villa de Olmedo (Valladolid).

Ese Dominio coincide prácticamente con el territorio ocupado por la cuenca hidrográfica del río Duero, con una extensión en España de unos 79.000 km², lo que representa la sexta parte del territorio nacional y el mayor Dominio Hidromineral de España. En él, se distinguen dos zonas muy distintas (mapa de la figura 1): Una zona, que constituye una orla o perímetro montañoso, donde por sus morfología y régimen pluviométrico, se originan aportaciones de aguas superficiales importantes; y otra, la gran Llanura Central, que por su diversidad litológica, hidrogeológica y parámetros

hidráulicos, dan lugar a una serie de niveles productivos (acuíferos), por los que discurren aguas que proceden de la recarga natural de las lluvias, de las entradas laterales subterráneas de otras formaciones acuíferas y de la infiltración de las escorrentías de su entorno montañoso; aguas subterráneas que en determinadas condiciones, pueden ser declaradas por la Administración competente como mineromedicinales y termales, según establece la Ley de Minas de 1973. Éste es el caso del Balneario Villa de Olmedo (Valladolid).

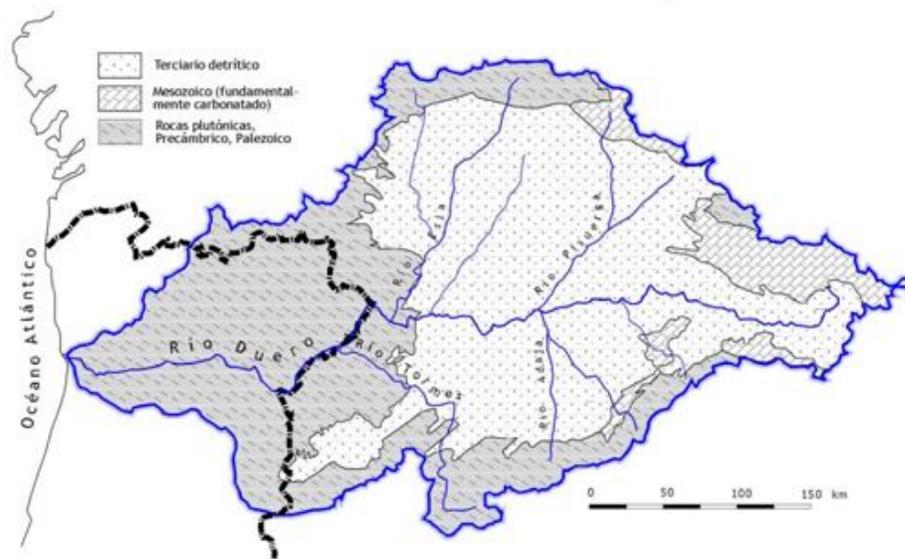


Figura 1. Esquema geológico simplificado de la Cuenca del Duero (4).

Este ámbito de la Cuenca, presenta una gran complejidad geológica (4) con diferentes tipos de rocas, que por sus caracterización hidrogeológica, como se describe posteriormente, tendrán un protagonismo especial: Unas representadas por un conjunto de rocas ígneas y metamórficas, situadas a lo largo de toda la periferia de la cuenca, con un comportamiento hidrogeológico caracterizado por la baja permeabilidad de esas rocas; otras al Sur y Suroeste, donde predominan las rocas graníticas, también de baja permeabilidad; mientras que al Norte y Noroeste, el borde de la cuenca está formado por rocas precámbricas y paleozoicas de litologías diversas, pizarras, areniscas o cuarcitas, entre otras, que localmente pueden constituir acuíferos debido a su fracturación; las formaciones calcáreas pueden ser localmente acuíferos importantes por disolución, especialmente al Este, donde afloran rocas mesozoicas que dan lugar a acuíferos importantes. En el centro, se identifica una gran extensión, el Terciario detrítico, con una topografía muy suave, con superficies planas, casi horizontales, asociadas a distintos materiales, recubiertos por depósitos calizos calizas del Páramo, rañas, conglomerados con matriz arenoso-arcillosa y los aluviales asociados a los ríos. Esta planicie está dividida, aproximadamente por la mitad, por el río Duero, siendo los afluentes de la margen derecha más largos y caudalosos

(Cordillera Cantábrica), que los de la izquierda (Sistema Central). Sin embargo, hay que destacar el escaso desarrollo hidrográfico existente motivado por la conjunción de tres circunstancias: pequeñas pendientes, materiales permeables y aportes a los cursos de agua procedentes del perímetro montañoso, donde las precipitaciones son mayores.

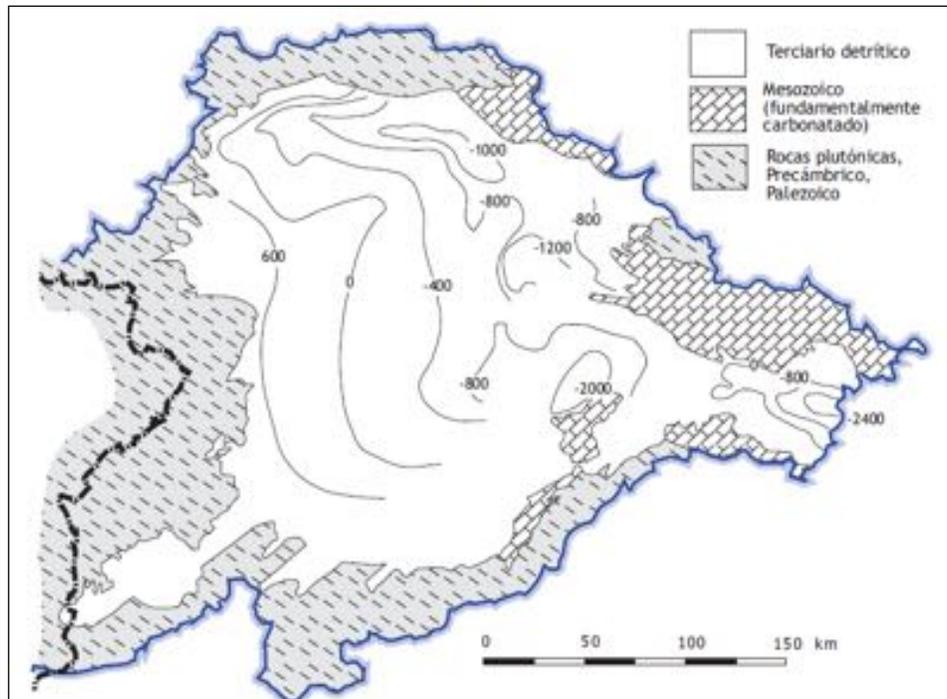


Figura 2. Línea de isobatas de la base del Terciario detrítico de la cuenca del Duero (4).

Los depósitos terciarios alcanzan grandes espesores en algunos puntos de la Cuenca como queda reflejado en el mapa de la figura 2, en el que se representa las isobatas del fondo del Terciario (4), es decir, la topografía de la base de estos sedimentos, que es a su vez el sustrato impermeable del gran acuífero detrítico. En la Región de los Arenales el espesor en general crece rápidamente desde los bordes hacia el centro, estimándose en más de 1000 m en las proximidades del eje del río Duero (4).

El registro sedimentario de la cuenca, según Alonso-Gavilán *et al.* (5), refleja cambios climáticos a lo largo de su historia, relacionados con el cambio de latitud de la península ibérica de los 30° N en el Cretácico a los 40° N en el Neógeno; con la creación de barreras montañosas alrededor, siendo más efectivas las correspondientes a los bordes norte, sur y este; y con la evolución del giro de la península ibérica de diestro a siniestro. Durante la primera etapa (Cretácico y ¿Paleógeno?) el clima fue subtropical con estación seca como lo indica la presencia de silicilidifacaciones en el borde oeste, evaporitas en el dominio meridional y sedimentación palustre de clima cálido. Durante el Paleógeno las condiciones fueron subtropicales con marcados periodos secos reflejados por la presencia de costras de

carbonato, sílice y yesos, junto a las indicaciones del registro fósil. En el Neógeno la vegetación muestra un clima preferentemente cálido con estaciones muy marcadas, en general, en toda la cuenca existiendo áreas con microclimas cálidos y húmedos.

2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS DEL ENTORNO DEL BALNEARIO VILLA DE OLMEDO

2.1. El modelo geológico y sedimentario

Las características de la gran Llanura Central y por ello la zona sudeste en el que se sitúa el Balneario Villa de Olmedo, está condicionada por su historia geológica más o menos reciente, que parte de que la Depresión fue un gran lago desde la época de principio del Terciario, hace unos 60 millones de años. Esta cuenca continental Cenozoica se define en el libro *Geología de España* (6) como una cuenca interplacas de evolución compleja que comenzó a definirse a finales del Cretáceo, distinguiéndose varios sectores con características tectosedimentarias propias: el sector norte, se comportó como una cuenca de antepais relacionada con la evolución alpina de la Cordillera Cantábrica, el sector oriental presenta igual relación con la Cordillera Ibérica, el sector occidental y la región limítrofe del sector sur se caracterizaron sobre todo durante el Paleógeno, por una tectónica de horst y grabens a favor de la falla SONNE y sus conjugadas, y el sector sur, margen norte del Sistema Central, se comportó durante el Oligoceno-Mioceno inferior como una cuenca de antepais. Desde entonces se fue rellenando la Cuenca de sedimentos detríticos procedentes de la erosión de las zonas principalmente montañosas que la bordean, cuyas cotas superan casi siempre los 1.000 m e incluso en algunos lugares sobrepasan los 2.000 m, siendo la altitud máxima el Pico Almanzor, en Gredos (Ávila), con 2.592 m. El subsuelo equivale a un complicado ensamble en tres dimensiones, en que formaciones detríticas de todas las granulometrías y texturas posibles, aparecen yuxtapuestas en una geometría aparentemente caótica (4). Esta disposición responde a los procesos de sedimentación que han ido rellenando la cuenca a lo largo de todo el Terciario y desde hace unos 2 millones de años por aporte de sedimentos por medio del río Duero y sus afluentes, depositando también sedimentos procedentes de la erosión de las cadenas montañosas que rodeaban la gran Cuenca del Duero y continúan actualmente así, con el aporte de aluviones y coluviones próximos a las zonas erosivas. Es decir, formada por orlas de abanicos aluviales dirigidos hacia el centro de la cuenca, desarrollándose sobre estos abanicos sistemas de fluviales de canales de tipo “braided”, anastomosados o meandriformes con llanuras de inundación marginales, instalándose en la zona central sistemas palustres y lacustres, con litologías que tienen como fuentes los bordes oeste y sur, fundamentalmente metasedimentos y granitoides

precámbricos y paleozoicos, mientras que los borde norte y oriental son carbonatados y siliciclásticas paleozoicas y mesozoicas. En consecuencia un conjunto de unidades marginales de facies conglomeraticas y areniscosas y otras unidades centrales de facies detríticas, margosas y calcáreas superpuestas unas a otras que ocupan la mayor parte de la Región de los Arenales. En la figura 3, se puede observar esta complejidad a través de un perfil O-E.

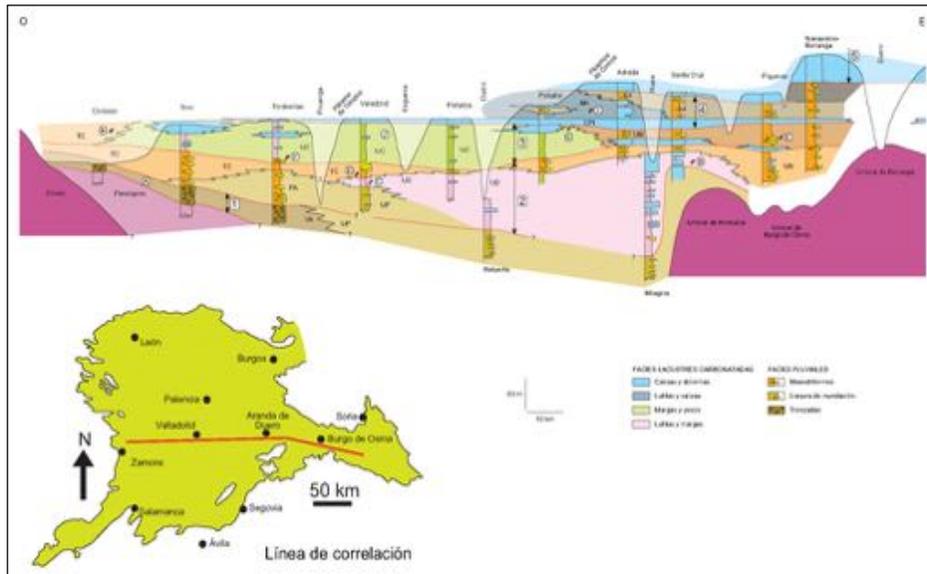


Figura 3. Corte trasversal de la Cuenca del Duero, donde puede verse la complejidad de las diferentes facies lacustres carbonatadas y fluviales (6).

Los sedimento con litologías muy diversa, constituye el soporte geológico en el que se asientan una serie de regiones hidrogeológicas (mapa de la figura 4); entre estas está la Región de los Arenales, en donde se encuentran un conjunto de niveles productivos que son aprovechados por la captación subterránea que abastece al Balneario Villa de Olmedo.

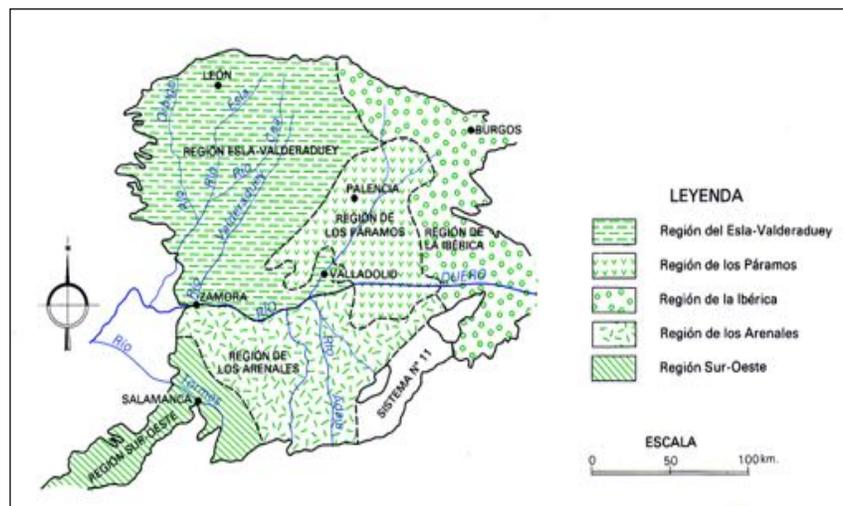


Figura 4. Regiones hidrogeológicas en la Cuenca del Duero (7).

En el mapa de la figura 5, se observa que la mayor extensión de sedimentos próximos al Balneario pertenece al Mioceno medio y están formados por arcosas fangosas rojizas o gris verdosas. Estos estratos están cubiertos por margas gris verdosas del Mioceno superior. Al noreste del Balneario a unos cuatro kilómetros existe una plataforma, cuya cota alcanza los 860 m, donde en su parte alta se encuentran unas calizas y margas con la presencia de yesos. Los terrenos cuaternarios son muy variados en su distribución y en su composición, en la que coexisten aluviones de arenas y limos, formando terrazas en algunos lugares de los cauces de los ríos. Su composición suele ser de arenas de cuarzo o de cuarcitas, junto con limos y arcillas; también existen zonas de acumulación de arenas eólicas, formando dunas.

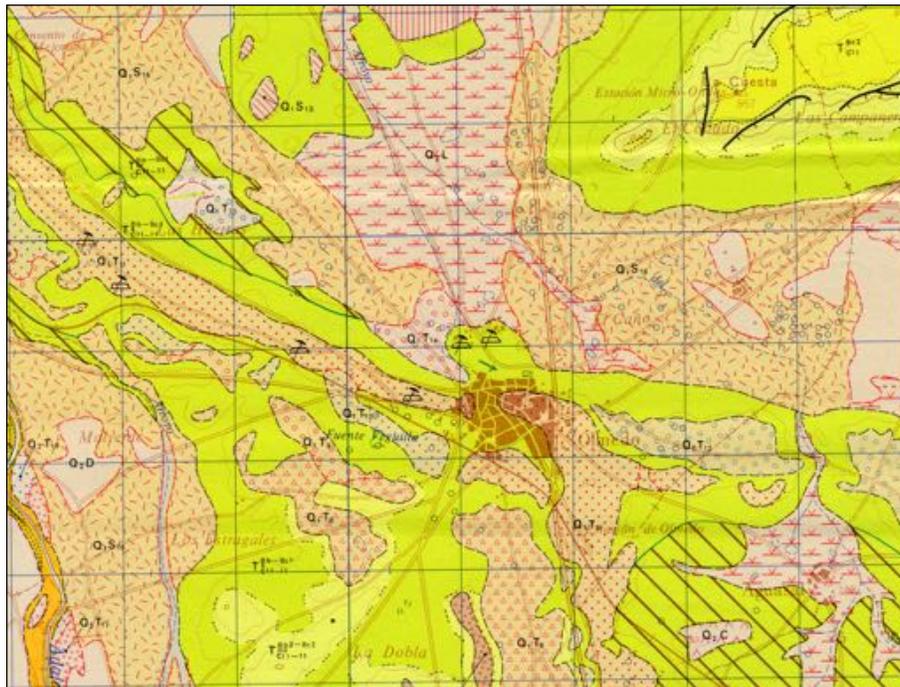


Figura 5. Geología del entorno del Balneario: Noreste, margas y calizas blanquecinas (Mioceno superior); en el entorno de Villa de Olmedo, margas gris verdosa con ostrácodos y terrazas del sistema Eresma-Adaja-Voltoya. Arcosas ocreas y pardo-rojizas con gravas y cuarcitas (8).

2.2. Modelo hidrogeológico conceptual

El Balneario de la Villa de Olmedo se ubica en la Región de los Arenales (mapa de la figura 4), cuyas singularidades geológicas e hidrogeológicas son las que hacen que las aguas del Balnearios dispongan de unas tipologías especiales en cuando a la composición mineralógica de sus aguas. Esta Región hidrogeológica se sitúa al sur del río Duero, siendo sus límites, al Norte, el río Duero y la zona de Páramos, al Sur, el Sistema Central, al Oeste, los granitos de Tierras de Sayago y la Región del Tormes y al Este, el bloque granito-metamórfico de Santa María la Real de Nieva, y extendido por las provincias de Salamanca, Valladolid, Segovia y Ávila. Se desarrolla en las cuencas

medias y bajas de los ríos Cega, Eresma y Voltoya y en casi la totalidad de las cuencas de los ríos Adaja, Zapardiel, Trabancos, Guareña y Valparaíso (Figura 6).



Figura 6. El río Adaja a su paso por las proximidades del Balneario de Villa De Olmedo.

Su descripción física lo encontramos en Sánchez Román (4), Vera (6) e IGME (9). El primero de esos autores considera que con frecuencia se describe este Terciario continental como lentejones de detríticos gruesos en una matriz regional limosa arcillosa, pero en realidad no se trata de nada parecido a lentejones o capas pisciformes, aunque en un corte transversal pueda parecerlo. Si el material más grueso es un paleocanal, cortado transversalmente tiene efectivamente forma lenticular, aislada de otras similares por encima o por debajo, pero perpendicularmente al corte, en el sentido del canal, el detrítico grueso puede tener una continuidad de varios kilómetros y estar unido a otros paleocanales similares. Lógicamente, los detríticos gruesos funcionan como acuíferos y los finos (limos, arcillas, areniscas arcillosas, etc.), normalmente como acuitardos, es decir formaciones geológicas en el que el movimiento del agua a través de ella es muy lento (Figura 7). En general, desde el punto de vista hidrogeológico y del flujo subterráneo, se identifican varias zonas más o menos homogéneas, que se ha agrupado en un conjunto de acuíferos superficiales y profundos (10, 11), que responden a las siguientes peculiaridades:

-Acuíferos superficiales: Se trata de un acuífero libre de extensos depósitos de arenas cuaternarias o pliocuaternarias, cuyo espesor medio es de unos 5 m, aunque pueden superar los 20 m al sur de Cuellar y en el área de Coca-Arévalo.



Figura 7. Páramo de calizas situados al noreste del Balneario, que influye en la calidad de las aguas subterráneas someras

-Acuíferos superficiales: Se trata de un acuífero libre de extensos depósitos de arenas cuaternarias o pliocuaternarias, cuyo espesor medio es de unos 5 m, aunque pueden superar los 20 m al sur de Cuellar y en el área de Coca-Arévalo.

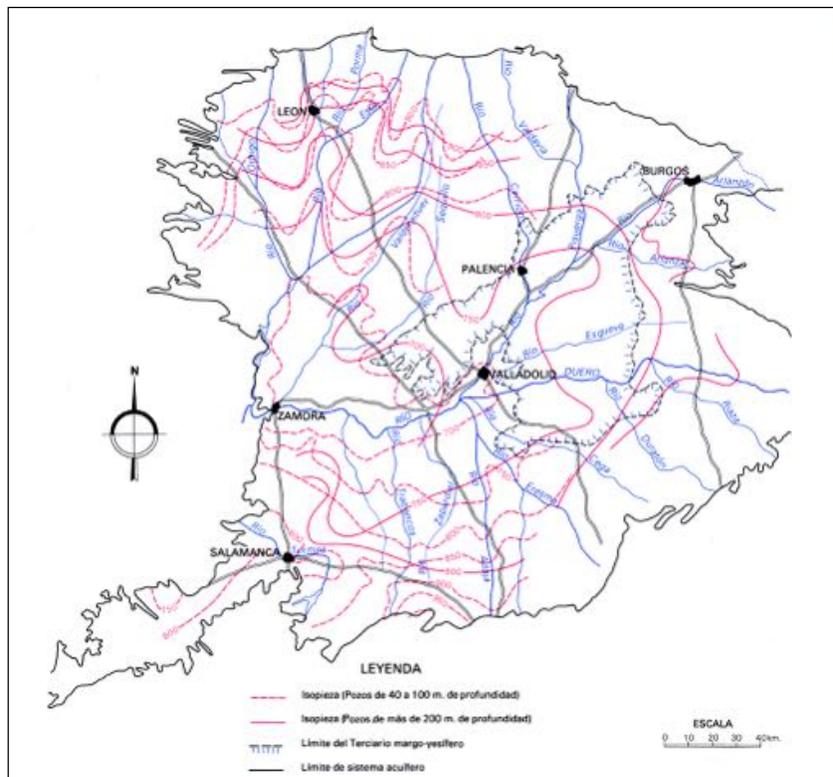


Figura 8. Niveles del agua subterránea para dos profundidades de pozos en los acuíferos del Cuenca del Duero (7).

-Acuíferos profundos: Constituidos por capas de materiales detríticos terciarios (arenas y gravas) incluidos en una matriz arcillosa-arenosa semipermeable. La mayoría de los acuíferos se comportan como semiconfinados, utilizando el inmenso almacenamiento de agua de los limos y otros materiales de baja permeabilidad, que se comportan como acuitardos, y que alimentan este acuífero.

La distribución de las diferentes litológicas en el acuífero profundo da lugar a una serie de niveles productivos con distintas cargas hidráulicas, que se han agrupado en función de la profundidad de los pozos: entre 40 m y 100 m y más de 200 m. El potencial hidráulico varía con la profundidad. En el mapa de la figura 8 se representan ambas piezometrias para toda la Cuenca que conociendo en cada situación la cota topográfica tendremos la profundidad del agua desde la superficie.

En el entorno del Balneario, las isopiezometrias se sitúan para los pozos de 40 m a 100 m, entre los 700 m s.n.m. y los 750 m s.n.m., mientras para los más profundos, se encuentra en algo menos de 750 m s.n.m. (mapa de la figura 9).

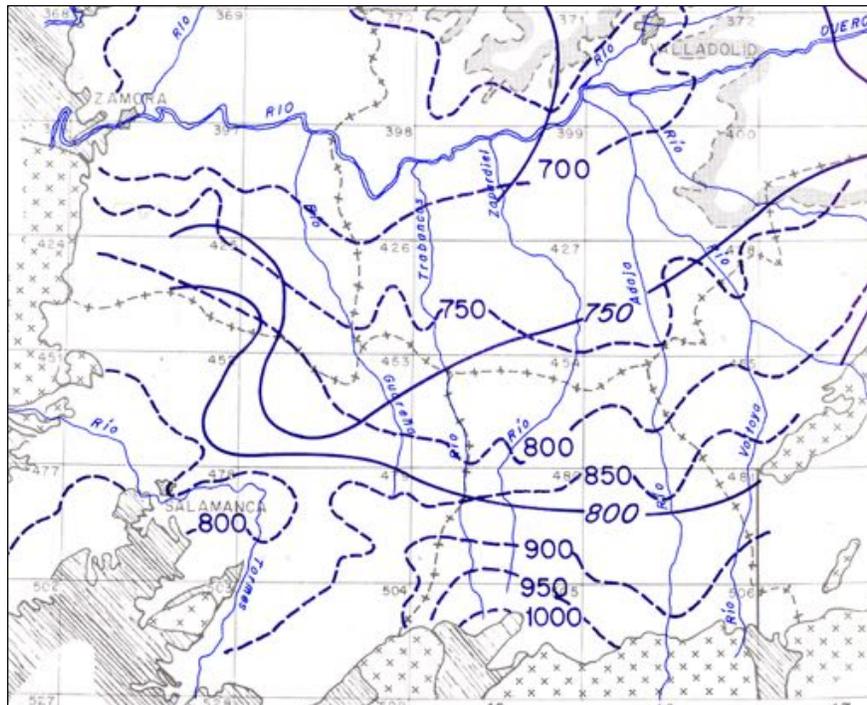


Figura 9. Detalle de los niveles de agua en el entorno del Balnearios. (11)

Hay una serie de puntos de agua en el entorno del Balnearios con más de 37 m de profundidad (Figura 10), cuyas características se recogen en la tabla 1, extraídas de la Base de Datos del IGME (www.igme.es).

Tabla 1. Profundidad del agua en algunos puntos del entorno próximo del Balneario (12)

Octante	Punto	Fecha	Profundidad pozo (m)	Profundidad agua (m)
2	0022	1978-05-06		37,30
2	0042	1985-05-23	201	38,34



Figura 10. Sondeo de aguas subterráneas, situados en el acuífero de la Región de los Arenales.

3. INFLUENCIA DEL MODELO HIDRODINÁMICO Y DE LOS MATERIALES ACUÍFEROS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL BALNEARIO

El porqué de los componentes mineralógicos en las aguas del Balneario, hay que buscarlas en las características del modelo geológico e hidrogeológico del acuífero, y del funcionamiento hidrodinámico del mismo. Este modelo, por sus características, puede asimilarse al propuesto por Toht para grandes cuencas sedimentarias como es este caso (Figura 11). A partir de las líneas de flujo y sus direcciones, se explica el porqué de la variedad de la composición química de las aguas en un acuífero. Así, se pueden encontrar flujos con largos recorridos que alcanzan grandes profundidades y flujos más superficiales con recorridos más cortos y menos profundos a través de los sedimentos. En función de ese recorrido y de las litologías de los materiales por donde las aguas han circulado, estas adquirirán una composición química distinta; y dependiendo de la profundidad alcanzada por esas aguas y del gradiente geotérmico (tres grados cada 100 metros de profundidad,

cuando responde al gradiente geotérmico natural o mayor cuando se producen ciertas anomalías, generalmente tectónicas) adquirirán una determinada temperatura.

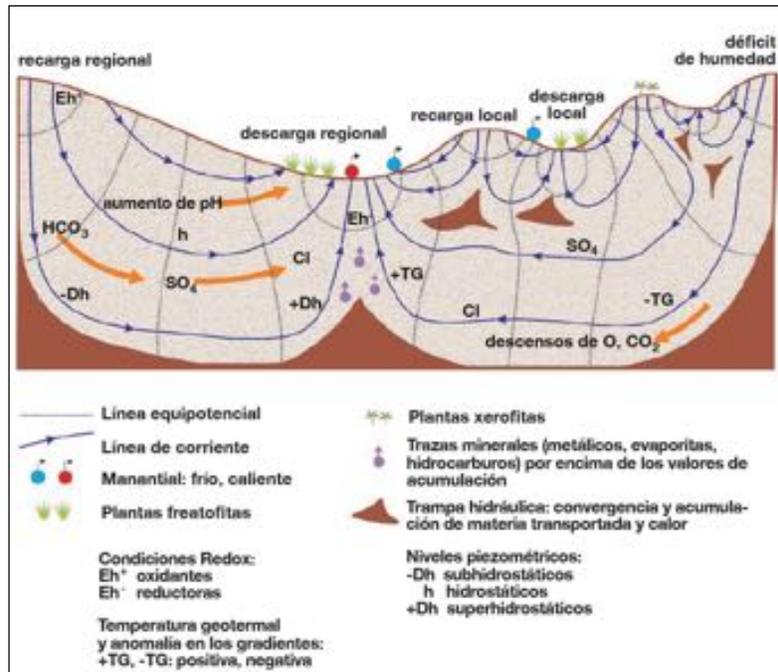


Figura 11. Modelo de Toth de funcionamiento hidrogeoquímico de una gran cuenca sedimentaria (13).

Este modelo particularizado para la Región de los Arenales se representa en la figura 12. En él se observa que el flujo subterráneo regional profundo se produce de S a N, hacia el centro de la Cuenca del río Duero como eje de drenaje principal; mientras que los flujos locales, más superficiales, tienen lugar desde las zonas de interfluvio hacia los cauces del río Eresma y Adaja. Así, la recarga en el borde Sur procedentes de las escorrentías superficiales del Sistema Central y de los aportes subterráneos laterales (acuíferos mesozoicos), y las salidas naturales próximas al río Duero, principal línea de drenaje, que conjuntamente con las líneas de flujo superficiales, que se recargan de las lluvias que caen directamente sobre el acuífero, constituyen el sistema de flujos subterráneos.

Debido a esas aportaciones hídricas y a la circulación de las aguas, se producen aguas con una composición química diversa. La existencia de depósitos evaporíticos margo-yesíferos intercalados entre los materiales detríticos que rellenan la cubeta Terciaria originan aguas cloruradas y sulfatadas con altos contenidos en sales, favorecido por el sistema de flujo tridimensional, por la potencia del acuífero detrítico, por el recorrido de los flujos de agua a través de los materiales acuíferos, por mayor tiempo de tránsito por la formación provocando una mayor disolución de las sales. Por otra parte, existen flujos locales con tiempos de permanencia y recorridos menores, donde la infiltración del agua de lluvia se produce de manera directa. Tal es el caso de los acuíferos definidos por las formaciones pliocuaternarias (rañas,

aluviales y terrazas) relacionados hidráulicamente con los acuíferos profundos subyacentes y sobre los páramos calcáreos que funcionan como acuíferos libres.

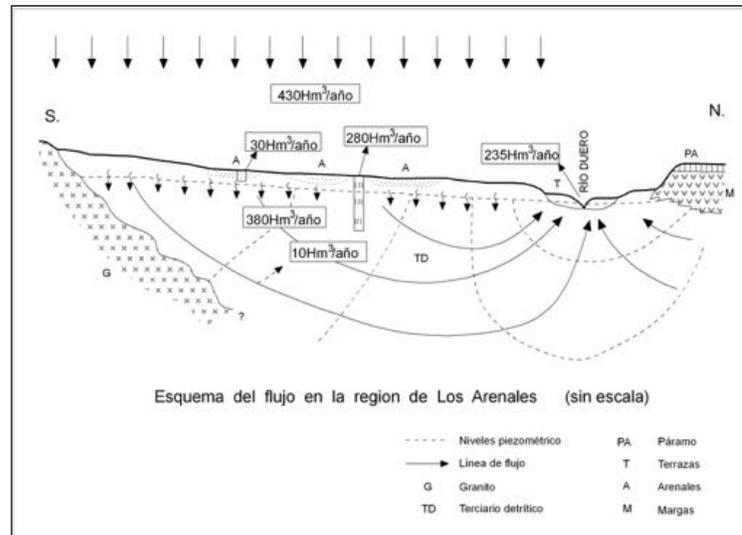


Figura 12. Esquema de flujo en la región de los Arenales, siguiendo el modelo de Toth (11).

El resultado son tres zonas con facies químicas muy diferentes (mapa de la figura 13), una al norte, en una franja que se extiende desde el oeste, con aguas cloruradas sódicas; en el centro aguas bicarbonatadas cálcico-magnésicas, y al este con aguas sulfatas; en el sur las aguas dominantes son las bicarbonatas cálcico-magnésicas y entre ambas, una zona con aguas muy complejas, resultante de la mezcla de aguas procedentes de flujos profundos y de más superficiales.

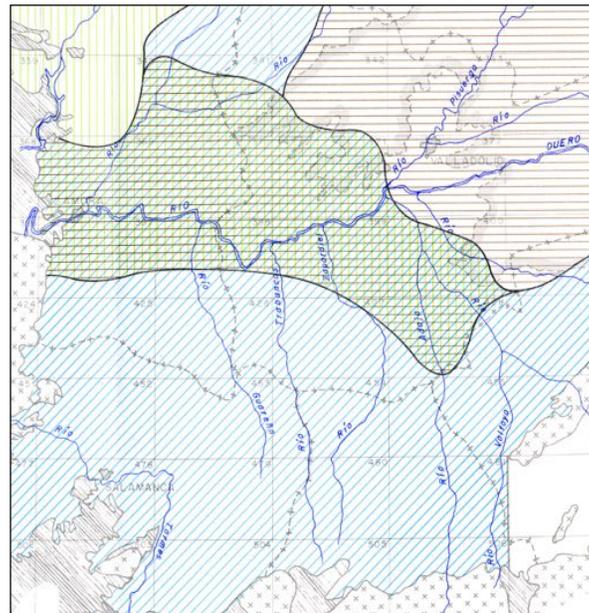


Figura 13. Tipos de aguas subterráneas en el terciario detrítico: azul, con rayas inclinadas aguas bicarbonatadas cálcico-magnésicas; violeta con rayas horizontales, aguas sulfatadas; líneas verdes

verticales aguas cloruradas sódicas y verde con rayas horizontales, verticales e inclinadas aguas complejas (11).

La calidad de las aguas captadas depende en gran parte de la profundidad de los sondeos y por tanto, de la profundidad a la que se realizan las extracciones, es decir, si cortan líneas de flujo profundo con aguas con altos contenidos en sales o por el contrario si cortan flujos locales con aguas de mejor calidad. En la figura 14, se representa el esquema hidrogeológico del entorno próximo al Balneario, en el que figuran las líneas de flujo más superficiales con aguas menos mineralizadas, y las profundas con un mayor recorrido, datadas con ^{14}C , en todo el acuífero, con una antigüedad superior a los 1000 años (14), muy salinizadas y facies sulfatadas, con una temperatura superior a los 21°C , debido al gradiente geotérmico.

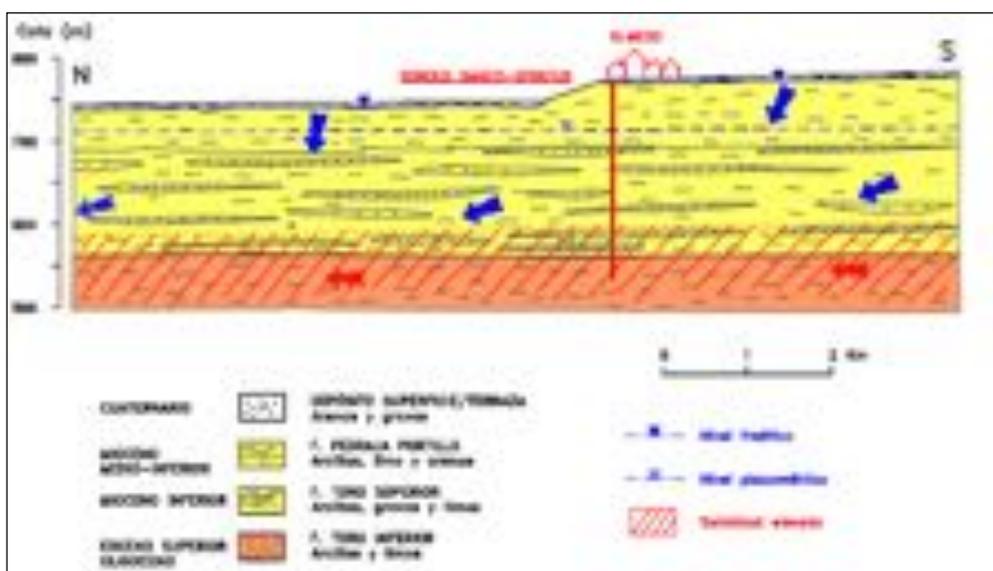


Figura 14. Esquema de detalle del ámbito del Balneario, donde se ven las direcciones de flujo en cada acuífero y la alta salinidad del agua en profundidad (15).

En el mapa de la figura 15, se refleja la mineralización de las aguas subterráneas en el terciario detrítico al sur del río Duero, mediante las líneas de isoconductividad de estas aguas, y cuya repartición coinciden con la distribución de facies, recogida en el mapa de la figura 5. Las isolíneas se han realizado a partir de los resultados analíticos de 259 puntos de agua correspondientes a pozos profundos que explotan el acuífero terciario, tomando una muestra en cada uno de ellos (16). Según dichos autores se identifican una serie de zonas con comportamiento muy diferente: una zona de máximos en torno al río Duero y en la margen derecha del río Cega (valores superiores a los $2000 \mu\text{Scm}^{-1}$) y una zona de mineralización intermedia (700 a $2000 \mu\text{Scm}^{-1}$) que abarca fundamentalmente la comarca de Olmedo, aumentando la tendencia mineralizadora hacia el NE, en lugar de ser paralela al río Duero principal drenaje de la Cuenca.

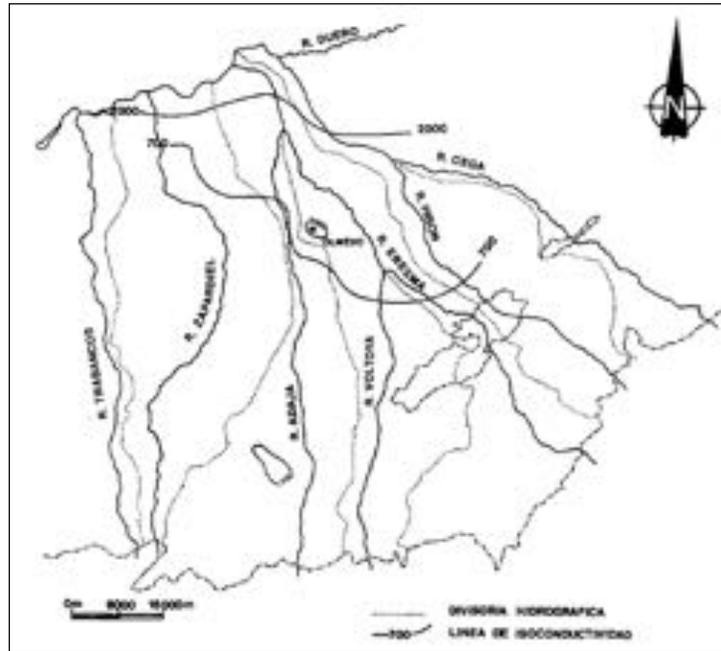


Figura 15. Líneas de isoconductividad eléctrica en μScm^{-1} al sur del río Duero (16).

Hay una clara diferencia en ambos lados del río Adaja (16). En su margen izquierda, la mineralización es pequeña siendo inferior a los $700 \mu\text{Scm}^{-1}$, solo en las inmediaciones del río Duero estas aguas alcanzan valores superiores a $2000 \mu\text{Scm}^{-1}$, incluso superiores a $6000 \mu\text{Scm}^{-1}$. Esa menor mineralización coincide con la extensa planicie. La margen derecha del río Adaja, la mineralización es más compleja, en general se observa tres zonas, una de pequeña mineralización próxima al área de recarga general, una segunda de valores intermedios inducidos por la compleja red de flujos, la topografía y las extensas zonas de descarga en las que afloran sistemas de flujo profundos individualizados o mezclados, ocasionando una gran diversidad de tipos de agua, y una tercera zona de valores máximos que corresponde a las descarga regional del acuífero, que se sitúa en el entorno del río Duero (mapa de la figura 16). En el sector nororiental, la elevada mineralización se corresponde con la influencia de los flujos procedentes de los Páramos, donde la composición margo-yesífera de las rocas coronadas por las calizas pontienses, implica una intensa elevación de la mineralización, dando lugar a altas conductividades eléctricas, como ocurre en la Comarca de Olmedo, donde se sitúa el Balneario, en él adquieren valores de más de $6000 \mu\text{Scm}^{-1}$ como es el caso del propio Balneario, que capta aguas profundas de alta salinidad como puede verse en la figura 14. En el Balneario ese valor es, según el Vademécum II de Aguas Minerales Españolas (17), de $9780 \mu\text{Scm}^{-1}$ y de $7864 \mu\text{Scm}^{-1}$ según IGME (15). En la tabla 2, se recogen algunos valores de pozos situados en el entorno de la Villa de Olmedo, y en la dirección hacia los Páramos al noreste.

Tabla 2. Captaciones de aguas subterráneas en el entorno de la Villa de Olmedo y en la dirección hacia los páramos al noreste (12)

Octante	Punto	Fecha	Profundidad pozo (m)	Conductividad μScm^{-1}	Cl mg/L
2	022	1978-05-06		2380	1250
2	0042	1985-05-23	201	2310	421
3	0028	1991-04-10		1555	124
3	0035	1985-05-23	201	1217	97

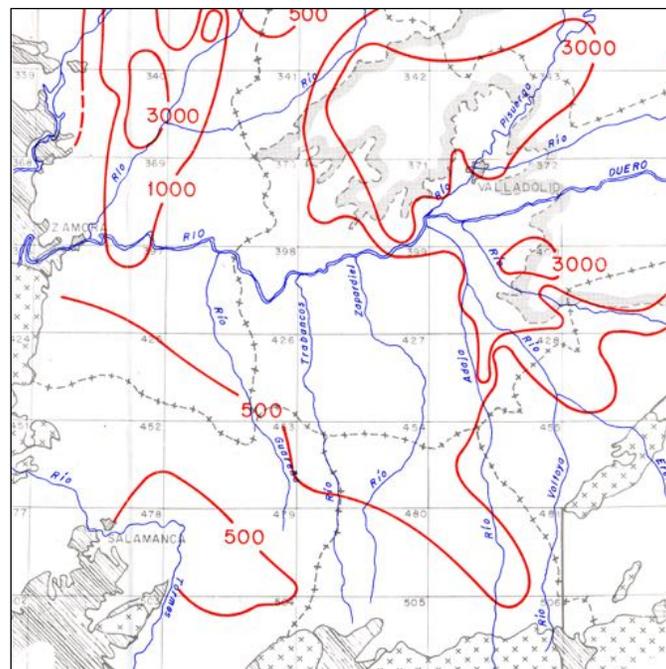


Figura 16. Detalle de las líneas de isoconductividad en μScm^{-1} en el entorno del Balneario (11).

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CAPTACIÓN DEL BALNEARIO DE LA VILLA DE OLMEDO

El Balneario se sitúa en la provincia de Valladolid, en el término municipal de Olmedo, en el Paraje: Convento de Sancti Spiritus, estando dedicado a tratamientos de baños de vapor, chorros a presión, bañeras de hidromasaje y burbujas, lodos, parafangos, ducha circular, inhalaciones, aerosoles, masajes bajo ducha, masaje manual, gimnasio, centro de estética, U.V.A. y solárium. Se inauguró en diciembre de 2004 y se encuentra construido sobre las ruinas del convento de Sancti Spiritus del siglo XII en el que se hospedaron Santa Teresa de Jesús y Doña Juana La Loca (15).

Para ello se dispone del sondeo denominado Santi Spiritus, ubicado en la hoja topográfica 1:50.000. Olmedo (428) Cuadrante 2, con las coordenadas U.T.M: X: 359.435,7 Y: 4.572.300, Huso: 30N y Cota: 772 m, distante del balneario 80 m, con una profundidad de 234 m y diámetro de perforación de 500 mm. Se sitúa en la Cuenca Hidrográfica del Duero en la Subcuenca del Adaja-Cega, en el Dominio Hidromineral nº 7. Meseta Norte, en la Región de Los Arenales, en un acuífero formado principalmente por gravas y arenas, con un nivel piezométrico de 59,77 m (13/10/2003), con un caudal específico de 0,65 L/s/m, con una transmisividad de 40 m²/día y un coeficiente almacenamiento de 10⁻⁴. Fue declarado como termal y minero-medicinal, para uso terapéutico, por orden de 9 de junio de 2005 y publicado en el BOE, nº 51 de 1 de enero de 2006, con un caudal de 15 L/s.

Dispone de un perímetro de protección aprobado con fecha 23 de junio de 2009 por resolución del Jefe del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo en Valladolid de la Junta de Castilla y León. Cuyos vértices del perímetro con sus coordenadas se recogen en la tabla 3, así como en el mapa de la figura 17, donde se puede observar la posición del perímetro de protección de la captación que suministra agua al Balneario.

Tabla 3. Coordenadas de los vértices del perímetro de protección de la captación de las aguas del Balneario (15).

Vértices	Nº Huso	X	Y
1	30	357.000	4.572.000
2	30	359.940	4.574.020
3	30	361.260	4.572.400
4	30	360.900	4.571.300
5	30	357.000	4.569.719

Unidad	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	0-11	Limo ocre				
	11-14	Arena silícea ocre				
Unidad de Pedraja Portillo	27-30	Arena silícea arcillosa verde				
	30-71	Limo ocre con alguna capa arenosa				
	71-81	Arcilla limo-arenosa ocre				
	81-89	Grava y arena silícea				
Formación Toro Superior	89-99	Limo ocre				
	99-104	Arena silícea y grava ocre				
	104-110	Arcilla y Limo ocre				Cementación y bentonita
	110-112	Arena y grava arcillosa ocre				
	112-118	Limo ocre				
	118-132	Arena Silícea y grava	219 mm			
	132-136	Arcilla ocre		4 mm		
	136-141	Grava areno-arcillosa				
	141-144	Arcilla ocre				
	144-148	Grava silícea ocre				
	148-163	Arcilla ocre			155-160	
	163-165	Grava silícea ocre				
	165-169	Arcilla ocre				Grava silícea 3-5 mm
	169-173	Grava silícea ocre				
	173-175	Arcilla y limo ocre				
	175-190	Grava y bloques silíceos y arcilla ocre			183-189	
	190-201	Grava arcillosa y arcilla ocre			192-201	
Formación Toro Inferior	201-234	Arcilla ocre			213-216	

Características geológicas y constructivas de la captación Santo Spiritus: (1) Profundidad captación en metros; (2) Descripción columna litológica; (3) Diámetro entubación en milímetros y material; (4) Grosor entubación en milímetros; (5) Colocación tubería puentecillo y (6) Material situado entre tubería y formación geológica.

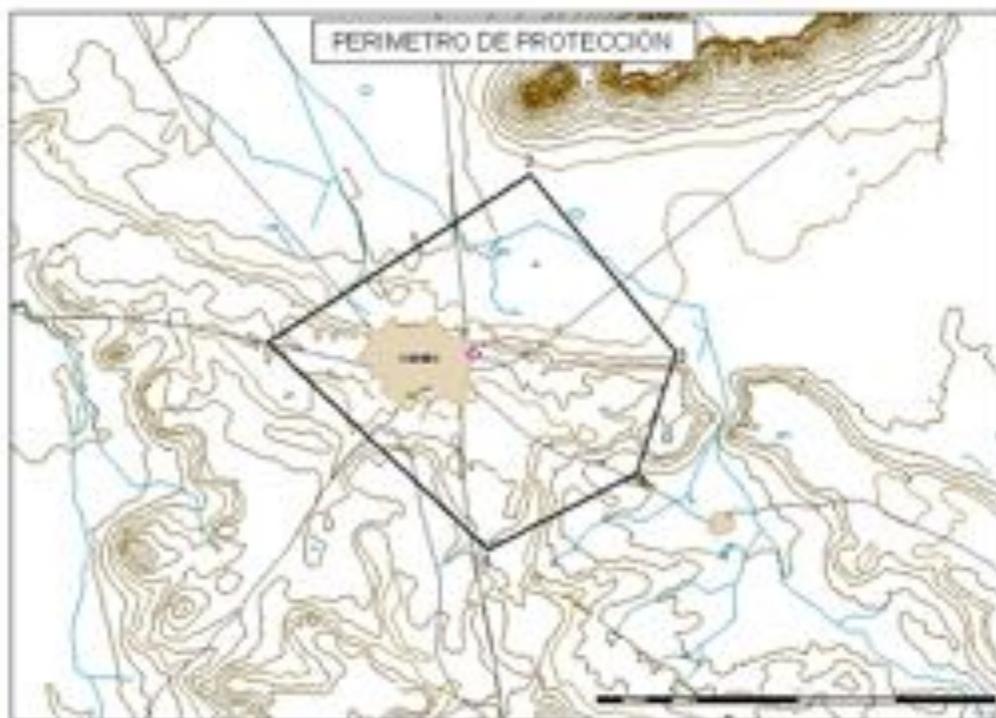


Figura 17. Situación del perímetro de protección de la captación Santo Spiritus que suministra agua al Balneario Villa de Olmedo (Valladolid) (15).

5. REFERENCIAS

1. IGME. Aspectos genéticos de las aguas minerales y termales españolas: relación entre sus características físico-químicas y la geología del entorno. Centro documentación IGME. 2007; pp 177
2. López-Geta JA, Corral Lledó MM, Abolafia de Llanos M, Sánchez Guzmán J, Sanz López Márquez B. Mapa de las características físico-químicas de las aguas minerales y termales de España. II Foro Ibérico sobre aguas envasadas y balnearios. Oporto. Portugal. 2006; pp 11.
3. Corral MM, López-Geta JA, Ontiveros Beltranena C, Sánchez Guzmán J, Ocaña Robles L.. Las aguas minerales en España: caracterización de los dominios hidrominerales y sus singularidades. En: Investigación y gestión del subsuelo. Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas Nº.27. Edres: López-Geta J.A., Loredó J., Fernández Ruiz L y Pernía J.M. Instituto Geológico y Minero de España. 2008; pp 309-335.
4. Sánchez San Román. FJ. Los grandes acuíferos de la Cuenca del Duero. Congreso homenaje al Duero /Duero y sus ríos: memoria, cultura y porvenir. (Web Universidad de Salamanca. Departamento de Geología). 2006.
5. Alonso-Gavilán G, Armenteo I, Carballeira A, Corrochando A, Huerta P, Rodríguez JM. Cuenca del Duero. Geología de España (Edr. J.A.Vera). Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España. 2004; pp 884.
6. Vera, JA. Geología de España. Sociedad Geológica e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 2004; pp 884.

7. ITGE Las aguas subterráneas en España. Estudio de Síntesis. Tomo I (Memoria) y II (Cartografía). Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid. 1989.
8. IGME Mapa geológico de España. Serie MAGMA. Hoja 1:50.000. Nº. 428(16-17). Olmedo1982.
9. IGME Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del Duero. La explotación de los recursos hidráulicos en las zonas comprendidas entre los ríos Voltoya y Trabancos. Colección Informe. 1982; pp 47.
10. López-Geta JA, Del Barrio V, Vega L. Explotación de las aguas subterráneas en el Douro/ Duero: los retos de la cuenca. Congreso homenaje al Douro/Duero y sus ríos: memoria, cultura y porvenir. (Web: Universidad de Salamanca. Departamento de Geología). 2006.
11. IGME Investigación Hidrogeológica de la cuenca del Duero. Sistemas nº 8 y 12. Colección Informe. 1980; pp 75.
12. www. Igme.es (Base de datos Agua)
13. López-Geta JA, Martos Rosillo S Guía didáctica de los acuíferos del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla. Volumen I. Las aguas subterráneas. Instituto Geológico y Minero de España y Diputación de Sevilla. 2011; pp 91.
14. Plata Bedman A, Pérez Zabaleta E, Moreno Sánchez J. (MMM). Evaluación de la recarga moderna de la Unidad Hidrogeológica Los Arenales usando técnicas isotópicas. Revista Ingeniería Civil.103: 131-145.
15. IGME-JUNTA DE CASTILLA LEÓN-SIEMCALSA Castilla y León. Las aguas minerales y termales. Panorámica actual y Perspectivas de futuro. Eds.: María del Mar Corral, Juan Antonio López-Geta, Carlos Ontiveros y Ricardo Rico. Instituto Geológico y Minero de España, Junta de Castilla y León y SIEMCALSA. 2010; pp 239.
16. Vega García de MT, Rey Benayas JM, Vicente Lapuente R, Sastre Merlín A, González Bernáldez F.. Hidrogeoquímica regional de un transecto arcóxico de la Cuenca del Duero. Geogaceta, 6, 1989.
17. Maraver Eyzaguirre F, Armijo Castro F. Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Editorial Complutense. 2009; pp 343.

ESTUDIO 6

Climatología

Title in English: *Climatological analysis.*

Antonio Mestre Barceló*, Inmaculada Cadenas Cortina, Ana Isabel Ambrona Rodríguez y César Rodríguez Ballesteros

Área de Climatología y Aplicaciones Operativas. Agencia Estatal de Meteorología. amestreb@aemet.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 81, Special Issue (2015) pp. 84-100.

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un estudio climático y bioclimático del Balneario de la villa de Olmedo. Este análisis se ha llevado a cabo utilizando datos de precipitación, temperatura, humedad relativa y viento, que se han obtenido de las estaciones de AEMET ubicadas en torno a Olmedo. Se han obtenido los valores medios mensuales para cada parámetro climático, así como los valores extremos, la frecuencia de superación de determinados umbrales, las tendencias a largo plazo y los valores de determinados índices climáticos. Para el análisis bioclimático se han utilizado los datos de temperatura y humedad relativa y se han calculado los índices climatológicos de confort y de sensación térmica.

Palabras clave: clima; bioclimático; balneario..

ABSTRACT

An account of the geographical position of Villa Olmedo's 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 mineral medicinal waters of this spa and about the notices in relationship the date in which it was open (2006) and another ones in relationship the medically effects of the waters and muthbath.

Keywords: climate; bioclimatic; spa.

1. INTRODUCCIÓN

El Balneario de la villa de Olmedo se encuentra situado en la localidad de Olmedo, en el extremo sur de la provincia de Valladolid, a 41º 17' N de latitud y 4º 41' W de longitud, y a unos 740 metros de altitud sobre el nivel del mar. Para este estudio se ha trabajado con los datos disponibles en el Banco Nacional de Datos Climatológicos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) de dos estaciones meteorológicas de AEMET ubicadas en el entorno de Olmedo, en concreto de la estación climatológica ordinaria de Olmedo-azucarera de indicativo 2503E con datos

de precipitación y temperatura y observaciones de meteoros desde 1980 hasta 2005, y de la estación meteorológica automática ubicada en Olmedo de indicativo 2503X, que dispone de datos completos desde septiembre de 1991 hasta la fecha de las siguientes variables: temperatura, precipitación, humedad relativa y viento. Para el cálculo de los valores normales se utilizó el período de referencia y la metodología recomendados por la Organización Meteorológica Mundial (1,2) y se procedió posteriormente al relleno de las lagunas existentes (3,4).

2. ESTUDIO TERMOMÉTRICO

2.1. Evolución de las temperaturas a lo largo del año. Variabilidad interanual de las temperaturas mensuales.

En la figura 1 se muestra la evolución a lo largo del año de los valores medios mensuales de las temperaturas diarias máximas y mínimas, así como los valores más altos y más bajos de los parámetros indicados dentro del período de análisis considerado (1981-2010).

Estos valores térmicos han sido obtenidos utilizando los datos de la estación de Olmedo-azucarera completados a partir de 2005 con los de la estación automática de Olmedo.

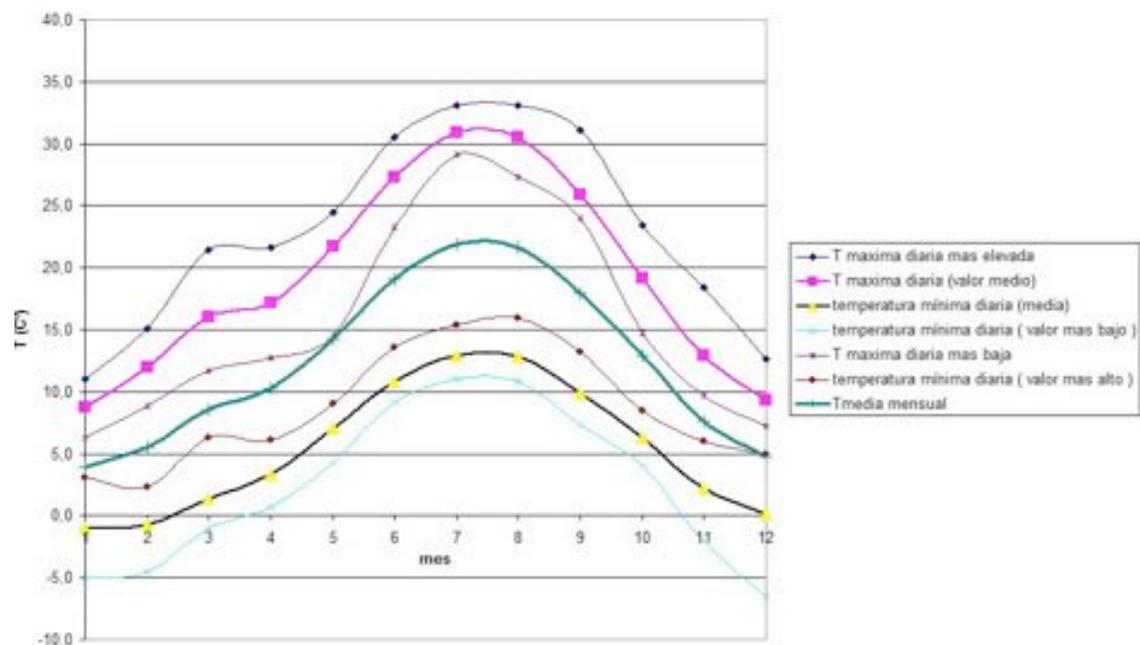


Figura 1. Diagrama termométrico de Olmedo.

Del análisis de los datos de temperatura se deduce que los valores medios mensuales de temperatura superan los 20° C en los meses de julio y agosto, siendo el

mes de julio el más cálido (21,9º C), circunstancia que es por otro lado habitual en todas las áreas del interior peninsular. La oscilación térmica media diaria es bastante acusada y alcanza en estos meses veraniegos valores del orden de 18º C, con una temperatura media de las máximas en el mes de julio de 30,9º C y una media de las mínimas de 12,9º C.

La variabilidad interanual de las temperaturas del verano se ha representado en las figuras 2 y 3, en las que se presentan respectivamente las serie temporales (1981-2010) de la temperatura media de las máximas y media de las mínimas del mes de Julio. El valor medio más elevado de las temperaturas máximas diarias en Julio en el período considerado se registró en el año 1989 con 33,1º C, valor que fue igualado en el mes de agosto de 2003, mientras que el valor más bajo se observó en el año 2001 con 28,5º C. En relación con el comportamiento de las temperaturas mínimas (figura 3), el valor más alto se registró en julio de 2006, con 15,4º C, valor que fue superado en agosto de 2013 con 15,9º C. Si bien, como se ha comentado anteriormente el mes de julio es en promedio el mes más cálido del año en Olmedo, el mes más caluroso de toda la serie de 30 años fue agosto de 2003, debido a la ola de calor de excepcional intensidad y duración que afectó a casi toda España durante la primera quincena del mes (5,6). El valor medio más bajo de las temperaturas mínimas de Julio se observó en el año 1993 con 11,0º C.

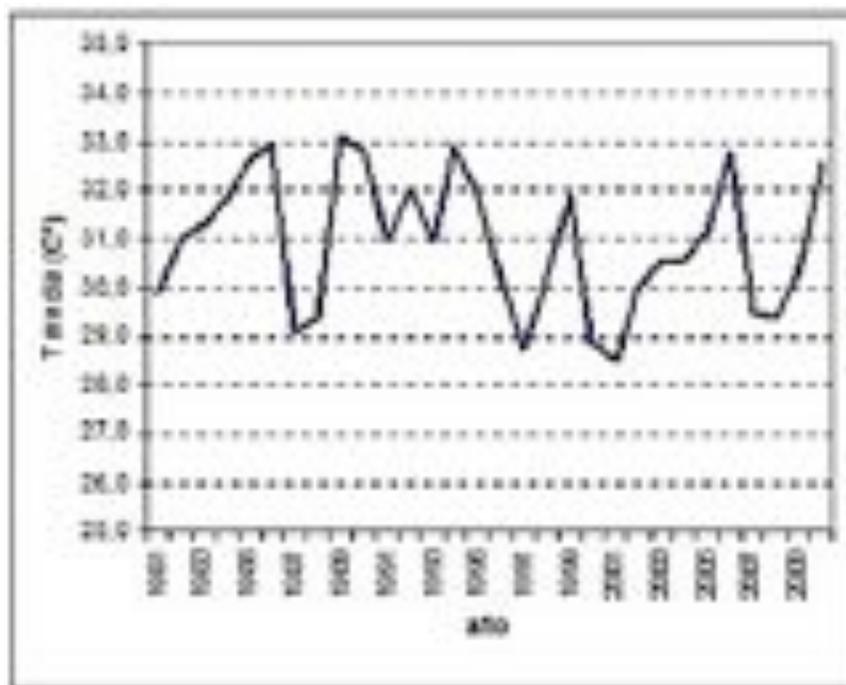


Figura 2. Variabilidad interanual de los valores medios de las temperaturas máximas diarias en julio en Olmedo.

Se puede apreciar en las figuras que la variabilidad interanual de las temperaturas máximas es algo mayor que la de las temperaturas mínimas, con un

valor de la desviación típica de $1,4^{\circ}\text{C}$ para los valores medios mensuales de las máximas en julio y de $1,0^{\circ}\text{C}$ en el caso de las mínimas.

En relación con los meses invernales, las temperaturas medias mensuales quedan por debajo de los 10°C entre los meses de noviembre y marzo, siendo el mes de enero el más frío con una temperatura media de $3,9^{\circ}\text{C}$. La oscilación térmica media diaria es mucho menor en invierno que en los meses estivales, alcanzando el valor más bajo en diciembre con $9,3^{\circ}\text{C}$, seguido de enero con una oscilación diaria media de $9,7^{\circ}\text{C}$. En los meses de diciembre y enero la media de las temperaturas máximas es algo inferior a los 10°C , con un valor mínimo de $8,7^{\circ}\text{C}$ en enero, mientras que la media de las mínimas queda ligeramente por debajo de 0°C en los meses de enero y febrero, alcanzando en enero el valor de $-1,0^{\circ}\text{C}$.

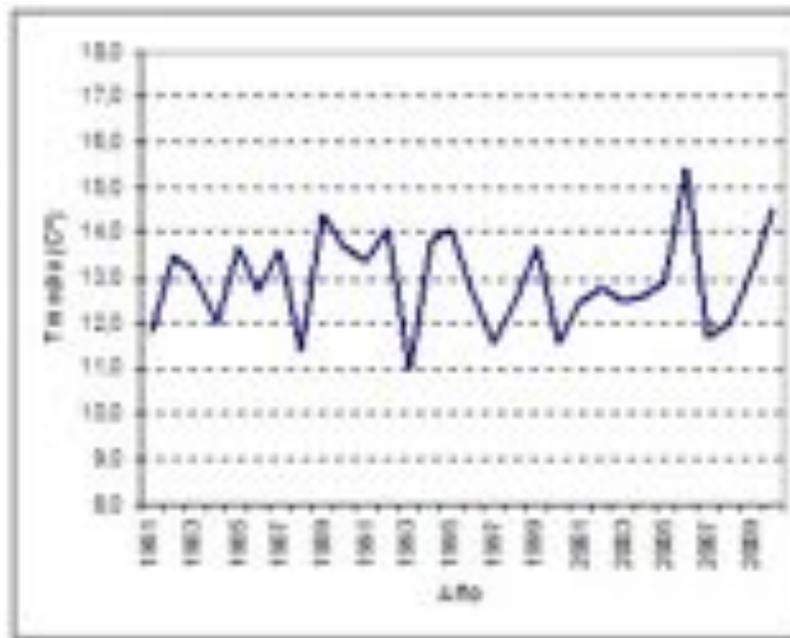


Figura 3. Variabilidad interanual de los valores medios de las temperaturas mínimas diarias en julio en Olmedo.

La variabilidad interanual de las temperaturas del invierno se expone en las figuras 4 y 5, en las que se incluyen respectivamente las serie temporales (1981-2010) de la temperatura media de las máximas y media de las mínimas del mes de enero. El valor medio más elevado de las temperaturas máximas diarias en enero corresponde al año 1982 con $11,0^{\circ}\text{C}$, mientras que el valor más bajo se observó en el año 1993 con $6,3^{\circ}\text{C}$. En cuanto a las temperaturas mínimas, el valor más alto se registró en enero de 2001 con $2,4^{\circ}\text{C}$, mientras que el más bajo se registra en los años 1981 y 1992 con $-5,0^{\circ}\text{C}$.

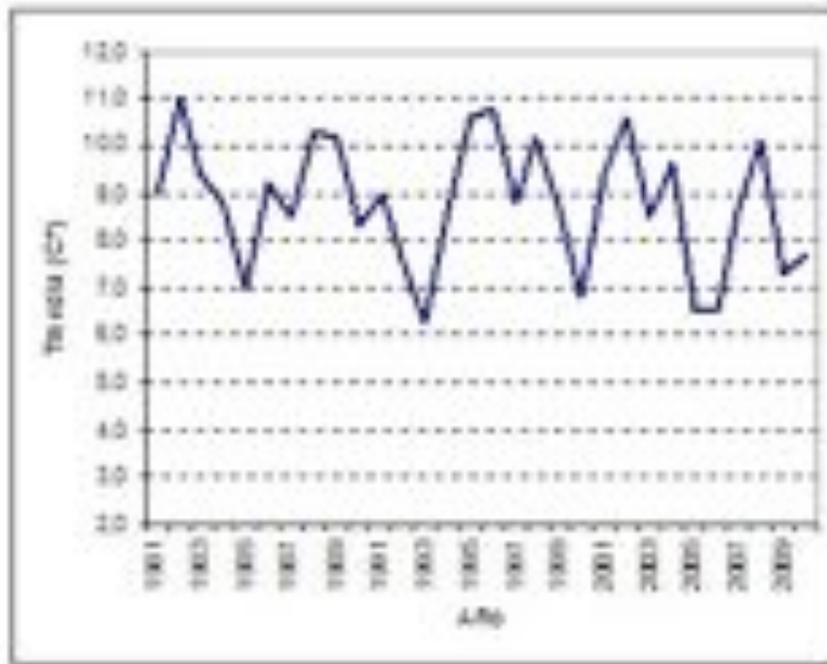


Figura 4. Variabilidad interanual de los valores medios de la temperatura máxima diaria en enero en Olmedo.

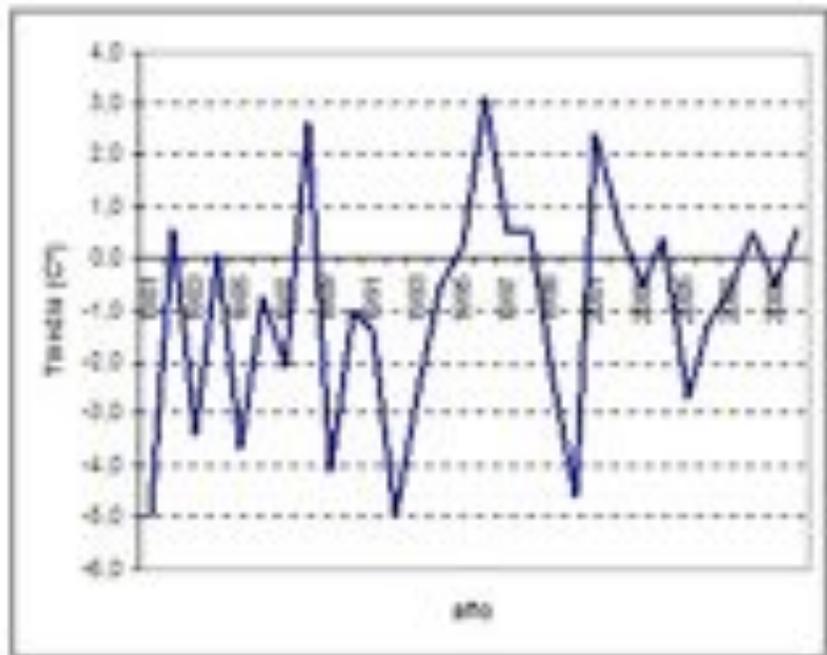


Figura 5. Variabilidad interanual de los valores medios de la temperatura mínima diaria en enero en Olmedo.

La variabilidad interanual de las temperaturas en los meses invernales es bastante mayor que correspondiente a los meses de verano, debido a que las condiciones meteorológicas son mucho más variables, dependiendo mucho la evolución térmica a lo largo del día del hecho de que predominen las situaciones

anticiclónicas, que dan lugar a fuertes heladas de irradiación en noches encalmadas y de escasa nubosidad y a situaciones de nieblas a veces persistentes, o situaciones de predominio de los vientos de poniente que dan lugar a abundancia de nubosidad, escasa variación térmica a lo largo del día y temperaturas más suaves (7). Este efecto es especialmente acusado en las temperaturas nocturnas. Así resulta que la desviación típica es de 1,4º C para los valores medios mensuales de las máximas de enero y de 2.2º C en el caso de las mínimas.

2.2. Valores térmicos extremos

En la tabla 1 se recogen para cada mes del año los valores de las temperaturas máximas absolutas (Tmax) y la fecha en que se observaron (FTMax), las mínimas absolutas (Tmín) y la fecha correspondiente, así como los valores más elevados de las temperaturas mínimas (Tmaxmin) y los más bajos de las temperaturas máximas (Tmínmax), junto con las fechas en que se produjeron (FTmaxmin y FTminmax). Todos estos datos corresponden a la estación de Olmedo-azucarera (período 1980-2005).

Tabla 1: valores térmicos extremos de la estación de Olmedo-azucarera.

INDICATIVO	MES	MMAX	TMAX	MIN	FTMIN	TMAX-MIN	FTMAXMIN	TMIN-MAX	FTMINMAX
2503E	enero	17,0	07/01/1982	-14,0	07/1/1985	8,0	28/01/1987	-1,0	04/1/1981
2503E	febrero	22,0	23/02/1990	-12,5	13/2/1983	9,0	25/02/1983	0,5	13/2/1983
2503E	marzo	26,1	21/03/1990	-6,0	01/3/1988	12,0	30/03/1984	4,5	21/3/1980
2503E	abril	99,3	29/04/1994	-7,0	13/4/1986	12,0	23/04/1984	4,0	06/4/1986
2503E	mayo	31,9	31/05/1990	-3,0	11/5/1985	15,2	27/05/1991	7,0	14/5/1984
2503E	junio	37,0	12/06/1981	2,0	03/6/1984	19,0	13/06/1981	12,0	03/6/1984
2503E	julio	39,5	20/07/1990	3,0	10/7/1980	21,0	02/07/1982	16,0	04/7/1988
2503E	agosto	42,0	04/08/1990	4,0	28/8/1985	23,0	14/08/1987	77,0	29/8/1986
2503E	Septiembre	39,0	16/09/1987	-1,0	25/9/1984	20,0	09/09/1988	14,0	29/9/1982
2503E	octubre	30,0	02/10/1983	-4,0	30/10/1983	17,0	01/10/1985	9,5	21/10/1981
2503E	noviembre	25,0	01/11/1980	-13,5	24/11/1988	14,0	06/11/1985	1,0	30/11/1986
2503E	diciembre	21,0	02/12/1985	-13,0	30/12/1980	11,0	13/12/1981	-1,0	31/12/1982

Se puede observar que la temperatura máxima absoluta de todo el período se registró el día 4 de agosto de 1990 cuando se alcanzó el valor, realmente excepcional para esa zona de 42,0º C. El valor más bajo se registró el 7 de enero de 1985 en medio de la gran ola de frío de gran intensidad y excepcional duración que, comenzando el

día de reyes de 1985 afectó a toda España durante casi dos semanas (6). Es también muy destacable la mínima de $-13,5^{\circ}\text{C}$ registrada el 24 de noviembre de 1988 por haberse producido de forma muy prematura, aun dentro del trimestre otoñal.

2.3. Número de días en los que las temperaturas extremas diarias superan una serie de umbrales

En Olmedo el número anual de días de helada, es decir aquellos días en los que la temperatura mínima desciende por debajo de 0°C es elevado, con un valor medio de 83,7 días. El período en el que habitualmente se producen estas heladas se inicia a finales de octubre, prolongándose hasta bien entrado el mes de abril, si bien de forma excepcional pueden registrarse heladas en fechas tan tempranas como finales de septiembre, lo que sucedió el 25 de septiembre de 1984 cuando se alcanzó un valor mínimo de $-1,0^{\circ}\text{C}$ y asimismo puede haber heladas en fechas muy tardías, en el mes de mayo, siendo destacable en este sentido la temperatura mínima de $-3,0^{\circ}\text{C}$ registrada el día 11 de mayo de 1985. No se han observado heladas dentro de la muestra considerada en los meses de junio, julio, agosto y septiembre a excepción de la fecha antes indicada. En general las heladas en Olmedo son débiles (de 0°C a -4°C) y en ocasiones moderadas (de -4°C a -10°C), siendo muy escasos los días en que se registran heladas fuertes por debajo de -10°C . El número medio anual de días en los que la temperatura desciende por debajo de -5°C es de 15,7, lo que corresponde a un 18,7% de los días en los que se registra helada.

En cuanto a las condiciones de mínimas altas, en Olmedo son muy poco frecuentes las noches bochornosas, que se definen como aquellas en las que la temperatura mínima es superior a 20°C , con sólo 1 día en promedio al año. Sólo muy raramente, en situaciones de ola de calor y siempre en los meses de julio y agosto se produce este hecho. Ello es debido a la acusada oscilación térmica diurna en los meses veraniegos, por lo que aunque las temperaturas diurnas superen con frecuencia los 30°C se produce un rápido descenso a partir de la puesta del sol. Fuera de estos meses tan sólo en un día, el 9 de septiembre de 1988 la temperatura mínima alcanzó los 20°C .

Por lo que respecta a los días calurosos, que son aquellos en los que la temperatura máxima alcanza o supera los 30°C , se registran en Olmedo en promedio 56 días de este tipo al año. Sólo se observan a partir de mediados del mes de mayo y hasta la segunda quincena de septiembre. Fuera de este período tan sólo cabe destacar los 30°C de temperatura máxima que se registraron, de forma excepcionalmente tardía el 2 de octubre de 1983. Los días en los que la temperatura máxima es superior a 25°C son en promedio 108,8; se observan en general desde abril hasta finales de octubre, sólo excepcionalmente se supera este umbral en marzo y una sola vez se ha observado en noviembre, en concreto el 1 de noviembre de 1980.

3. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO Y SOBRE METEOROS

Utilizando de forma conjunta los datos de las dos estaciones citadas, se obtiene que en Olmedo la precipitación media anual es de 395mm (3). En la figura 6 se representa la distribución de esta precipitación a lo largo del año. Se aprecia un acusado mínimo pluviométrico estival, con sólo 13mm de precipitación en promedio en julio y 15,6mm en agosto. Estas precipitaciones son en general de tipo convectivo y se producen acompañadas de tormentas. Hay otro mínimo relativo de precipitación, menos acusado que el estival, en el mes de marzo con una precipitación media de 21,6mm. Se observan por otro lado dos máximos de precipitación, que corresponden a las estaciones equinocciales, el primero en primavera abarcando los meses de abril y mayo, siendo mayo el mes más lluvioso del año con una precipitación de 50,1mm. y el segundo en otoño e inicio del invierno, y que se extiende desde octubre a diciembre, siendo octubre el segundo mes más lluvioso del año con 48,9mm.

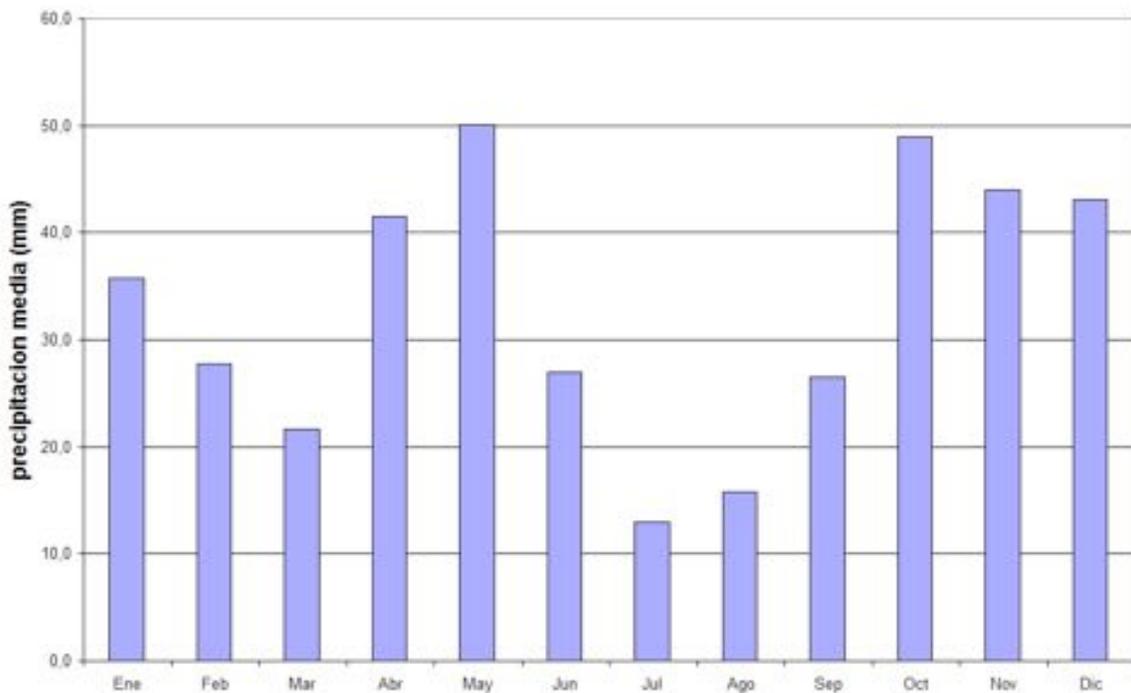


Figura 6. Distribución de la precipitación a lo largo del año.

El número medio anual de días de precipitación es de 93,8, con una distribución a lo largo del año muy similar a la de la precipitación media mensual. El mayor número de días de precipitación se observa en mayo, con una media de 12 días y el menor en julio, con sólo 3 días en promedio.

En Olmedo las precipitaciones muy intensas son poco frecuentes, de forma que el valor medio de la precipitación máxima anual en 24 horas es de 29,0 mm. Estas precipitaciones intensas suelen producirse en el contexto de episodios tormentosos, y se observan en general entre los meses de abril y octubre. Para el análisis climático de este tipo de eventos muy poco frecuentes es conveniente utilizar las series más largas posibles, por lo que en este caso se han combinado los datos de todas las estaciones que se han ubicado en el entorno de Olmedo, abarcando todo el período 1950-2013. La precipitación más intensa observada en este período de estudio se registró el día 2 de julio de 1961, cuando se recogieron 58,3 mm, seguido del 13 de agosto de 1972 en que se registraron 53,0 mm.

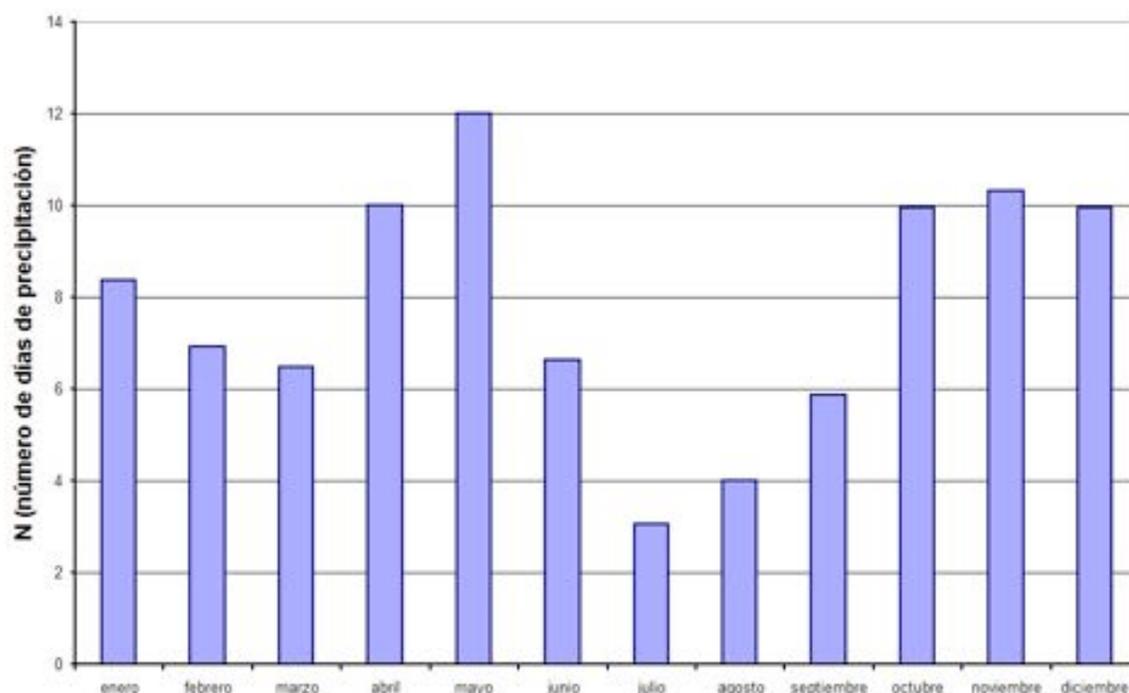


Figura 7. Distribución del número medio de días de precipitación en Olmedo (1981-2010).

Pese a las bajas temperaturas que se registran en los meses invernales, la nieve no es un fenómeno muy frecuente en Olmedo, lo que se explica por el hecho de que estas bajas temperaturas coinciden en la mayor parte de los casos con situaciones que no dan lugar a precipitación y en las que los cielos están despejados o bien se produce la formación de nieblas, mientras que en los meses invernales la mayor parte de las precipitaciones vienen asociadas a vientos de poniente de origen atlántico y por ello relativamente templados (7). Así, el número medio de días de nieve al año en Olmedo es de sólo 3,8. La mayor parte de las nevadas se producen en los meses de enero (1,0 día en promedio), febrero (1,1 días) y diciembre (0,7 días), y esporádicamente en marzo (0,4 días) y noviembre (0,3 días), siendo ya muy raras en abril y no observándose en el período que abarca desde mayo hasta octubre.

La niebla es en cambio un fenómeno muy frecuente en Olmedo en los meses invernales, cuando hay una situación de tipo anticiclónico, si bien la frecuencia de este meteoro es algo menor que en otros puntos más occidentales de la comunidad de Castilla y León (4). El número medio anual de días de niebla es 21, siendo los meses de enero y diciembre en los que se registra un mayor número de días de niebla. Con frecuencia algo menor también se registran nieblas en el mes de noviembre; se observan muy ocasionalmente en octubre, febrero y marzo y son ya excepcionales a partir de abril y hasta septiembre. En el conjunto del trimestre noviembre-diciembre-enero se observa niebla el 17,4% de los días.

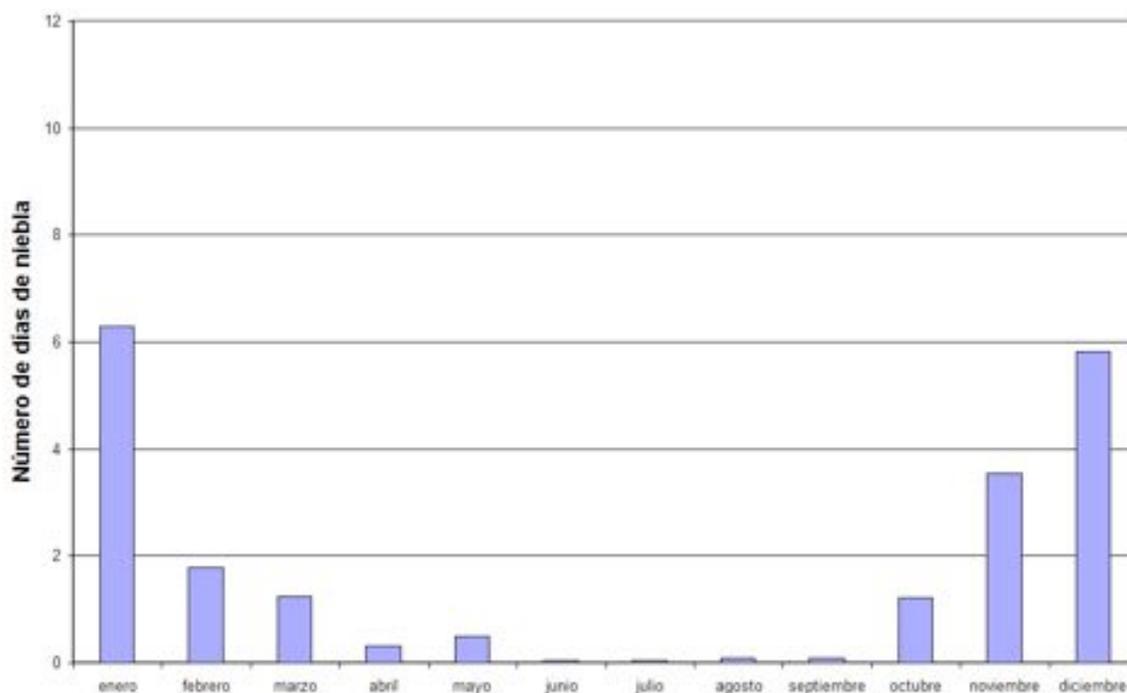


Figura 8. Distribución del número medio de días de niebla en Olmedo (1981-2010).

La abundancia de heladas en invierno, en general asociadas a cielos despejados y vientos encalmados, da lugar a la frecuente ocurrencia de escarchas. El número medio anual de días de escarcha es de 54,2, siendo este fenómeno especialmente frecuente en los meses de enero (14 días) y febrero (11,6 días). En el conjunto del trimestre invernal se observa escarcha en el 39% de los días.

En cuanto al granizo, debido a la gran irregularidad espacial y temporal en su distribución es un fenómeno poco frecuente, con 1 día al año en promedio de ocurrencia. Es más frecuente en los meses primaverales con una frecuencia de 0,2 días en abril y en mayo, si bien muy ocasionalmente también se puede presentar en el invierno.

4. ANÁLISIS DE LA HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa experimental un ciclo anual inverso al de la temperatura, de forma que los valores máximos se registran en invierno, alcanzando valores medios en torno al 79% en los meses de diciembre y enero y con un valor mínimo bastante acusado en el mes de Julio en el que alcanza el 48%, seguido de Agosto con el 50%. Estos valores corresponden a la media de las observaciones de humedad relativa de las 07, 13 y 18 horas UTC.

5. VALORES DE ALGUNOS ÍNDICES CLIMÁTICOS. ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO.

Para complementar el estudio climático del balneario de la villa de Olmedo se han calculado algunos índices climáticos, en concreto: el índice de aridez de Martonne (8, 9), el índice de pluviosidad de Lang, el índice de Johansson (10) y el índice de Gorezynski (11).

El índice de aridez de Martonne se calcula mediante la expresión:

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

P es la precipitación media anual y T la temperatura media anual (Cº). El valor de M calculado con los datos climáticos de Olmedo es de 17,6, lo que corresponde a un clima de tipo semiárido (entre 5 y 20), cerca del límite del semi-húmedo.

El índice de pluviosidad de Lang: $IL = P/T$ es de 31,8, por lo que se sitúa dentro del rango de clima de tipo Mediterráneo.

El índice de Johansson indica el grado de continentalidad de un clima y se define de la siguiente forma:

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

A es la diferencia entre las temperaturas medias mensual entre el mes más cálido y el mes más frío y L la latitud en grados.

El valor de K es 29,6, por lo que se sitúa prácticamente en el límite que delimita el clima continental. ($K > 30$). Por ello según este criterio se trataría de un clima intermedio, con influencia continental pero suavizada.

Se ha aplicado de forma adicional el índice de Gorezynski, que también cuantifica el grado de continentalidad, y que tiene la expresión:

$$IC = 1,7. (A / \text{sen} L + 10) - 14.$$

El valor de IC es 25,2 por lo que según este criterio se situaría dentro de la clase de clima oceánico.

Por otro lado en el Atlas Climático Ibérico (11), se ha aplicado la clasificación climática de Köppen-Geiger, que tiene ya 100 años de antigüedad pero que ha sido recientemente modificada por Russel, Trawartha, Critfield y otros autores (12). Se obtiene como resultado de este análisis que en la zona de Olmedo el clima es de tipo Csa (templado con verano seco y caluroso), que es el predominante en el centro y mitad sur peninsular. No obstante Olmedo se encuentra muy cerca del borde meridional del área de clima tipo Csb (templado con verano seco y templado). Este resultado, en conjunción con los valores del resto de los índices llevan a la conclusión de que el clima de Olmedo es de tipo mediterráneo pero algo suavizado en verano por su altitud y latitud y con una cierta influencia de tipo oceánico por el aporte de humedad de los vientos de origen atlántico, más apreciable entre los meses de octubre y abril.

Este análisis climático se ha complementado con un breve estudio de tipo bioclimático. Para ello se ha generado en primer lugar un diagrama temperatura humedad a partir de los datos conjuntos de los valores medios mensuales de ambas variables, utilizando para ello los datos de la estación meteorológica automática de Olmedo y siguiendo una metodología similar a la que fue aplicada en el estudio del Balneario de Alicún de las Torres (14).



Figura 9. Valores medios mensuales de humedad relativa en Olmedo.

Según se puede apreciar en la figura 9 sólo en los meses de julio y agosto la sensación térmica predominante es de calor, mientras que la sensación térmica es de bienestar en el período mayo-junio y en septiembre-octubre, con una larga temporada que abarca desde noviembre hasta abril en la que predomina la sensación térmica de frío.

Un análisis adicional ha sido llevado a cabo a partir del concepto de temperatura efectiva, tal como fue definida por Missenard (15), incluyendo el efecto de la temperatura y la humedad relativa. En la tabla 2 se indican los tramos de temperatura efectiva que definen la clasificación climática de acuerdo con el criterio de Missenard.

Tabla 2: clasificación climática según los valores de la temperatura efectiva de Missenard.

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

En la tabla 3 se han indicado los valores medios mensuales de las temperaturas efectivas de Missenard, junto con la correspondiente clase.

Tabla 3: Temperaturas efectivas medias mensuales según el criterio de Missenard

Mes	T efectiva media	Categoría
Enero	4,4	Muy fresco
Febrero	6,1	fresco
Marzo	8,1	fresco
Abril	10,3	fresco
Mayo	13,5	Suave
Junio	17,3	Suave
Julio	19,5	Calor agradable
Agosto	19,3	Calor agradable
Septiembre	16,6	Suave
Octubre	12,5	Suave
Noviembre	7,9	fresco
Diciembre	5,2	Muy fresco
Anual	12,0	fresco

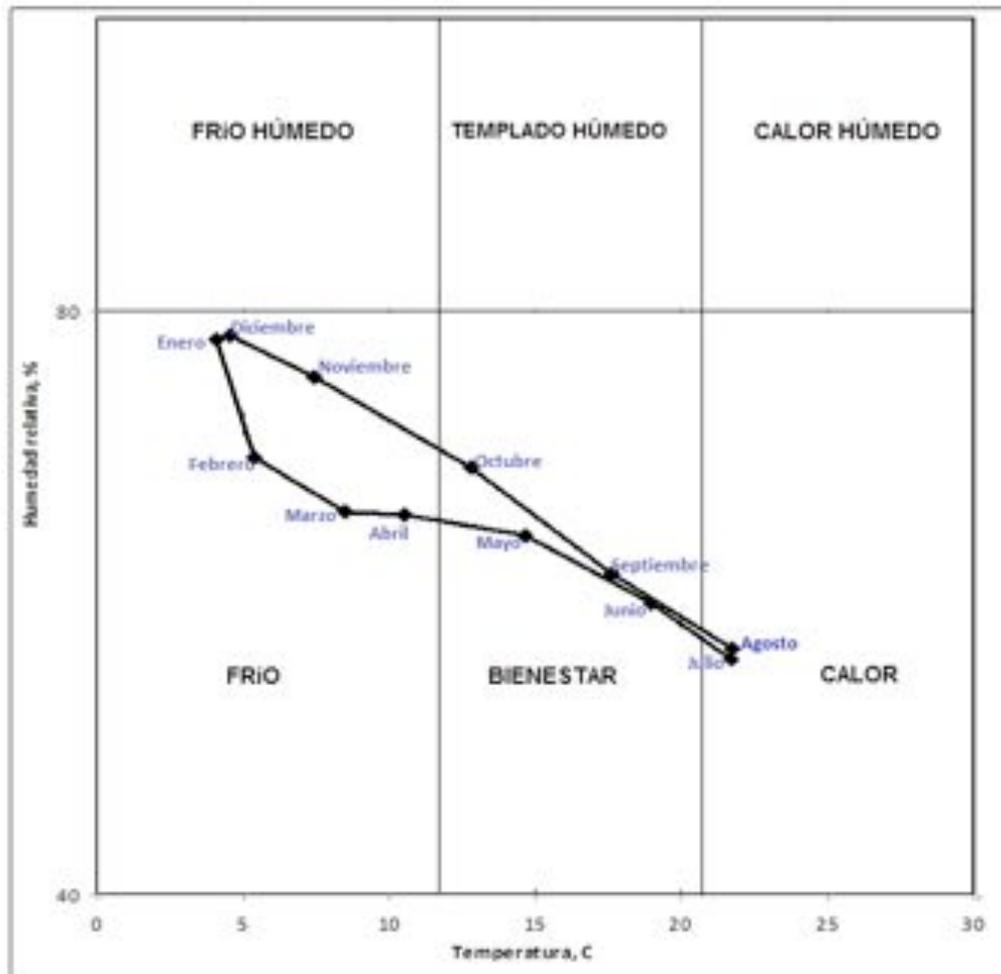


Figura 10. Diagrama temperatura-humedad de temperatura sentida

6. ANÁLISIS DEL VIENTO

Los datos de viento a 10 metros han sido obtenidos de la estación meteorológica automática de Olmedo, considerando todos los datos disponibles (período 1992-2013). A partir de estos datos se han generado las rosas de viento (figuras 11, 12, 13 y 14), en las que se representa gráficamente la frecuencia de ocurrencia de valores de viento según dirección y velocidad media para cada una de las estaciones. Según se puede apreciar las direcciones dominantes del viento en primavera y verano son el Oeste-Suroeste y el Norte, con una frecuencia máxima de vientos entre 7 y 14 Km./h y un porcentaje de calmas bastante reducido, del 8,6% en verano y el 12,3% en primavera. En los meses de otoño e invierno predominan claramente los vientos del Suroeste y del Norte al Noreste, y si bien el porcentaje de datos en los que el viento supera los 15Km /h es más alto en invierno y en primavera, el porcentaje de vientos en calma alcanza los valores más elevados en los meses invernales (21,7%) debido a la abundancia de situaciones anticiclónicas.

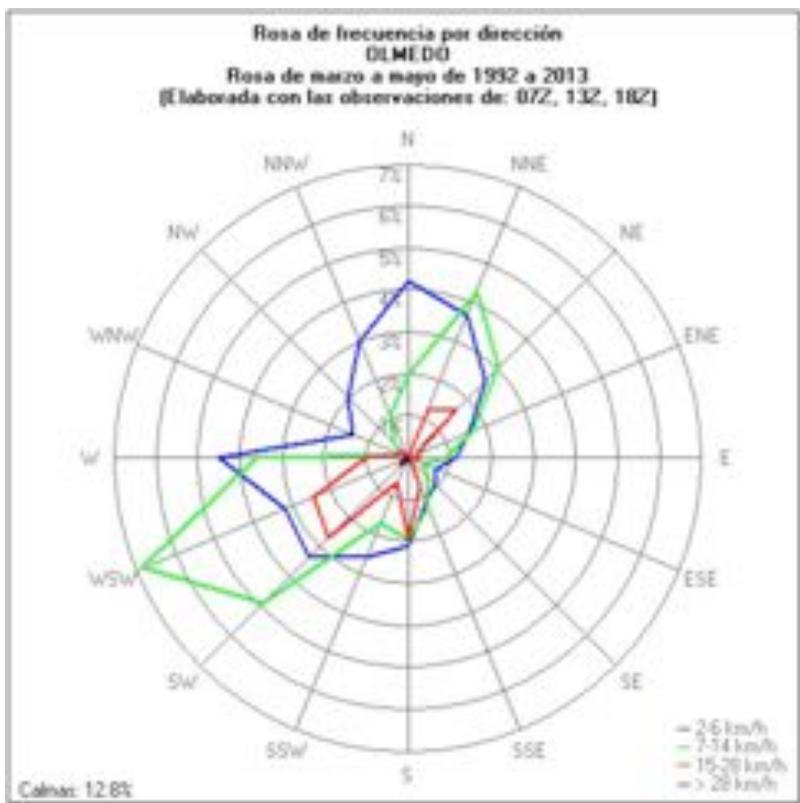


Figura 11. Rosa de vientos de la estación de Olmedo correspondiente a los meses primaverales .

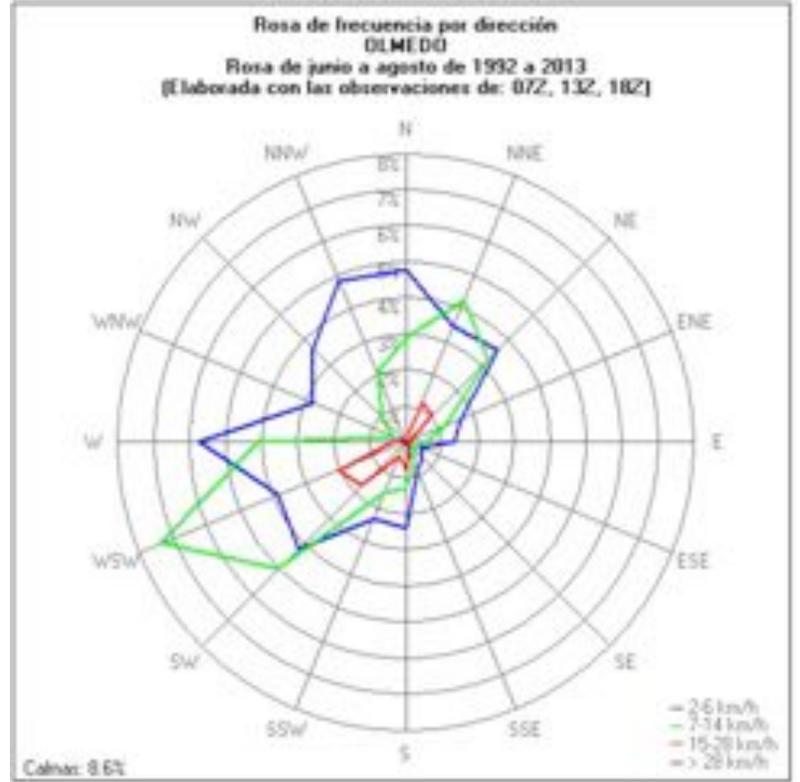


Figura 12. Rosa de vientos de la estación de Olmedo correspondiente a los meses de verano.

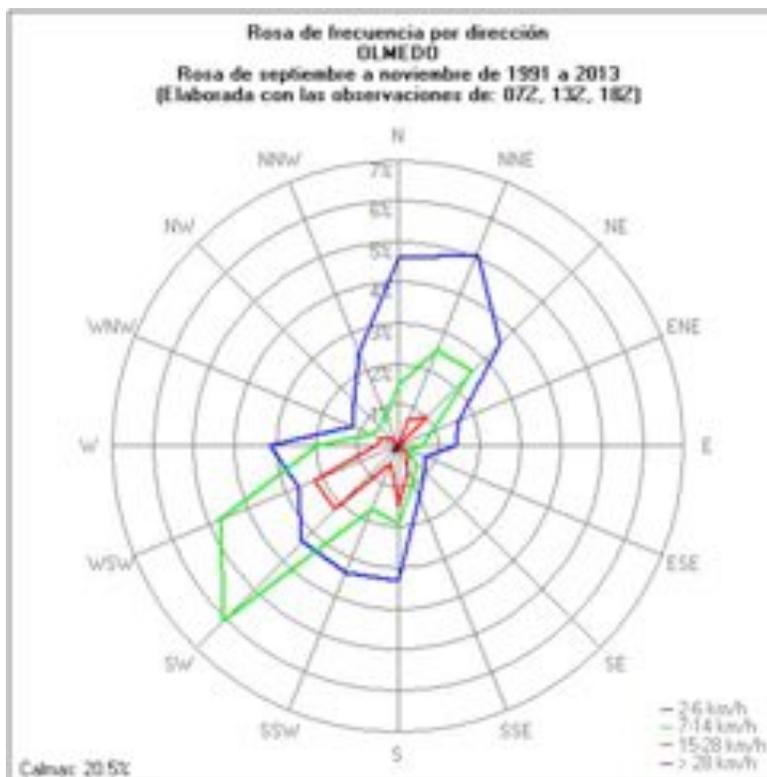


Figura 13. Rosa de vientos de la estación de Olmedo correspondiente a los meses de otoño.

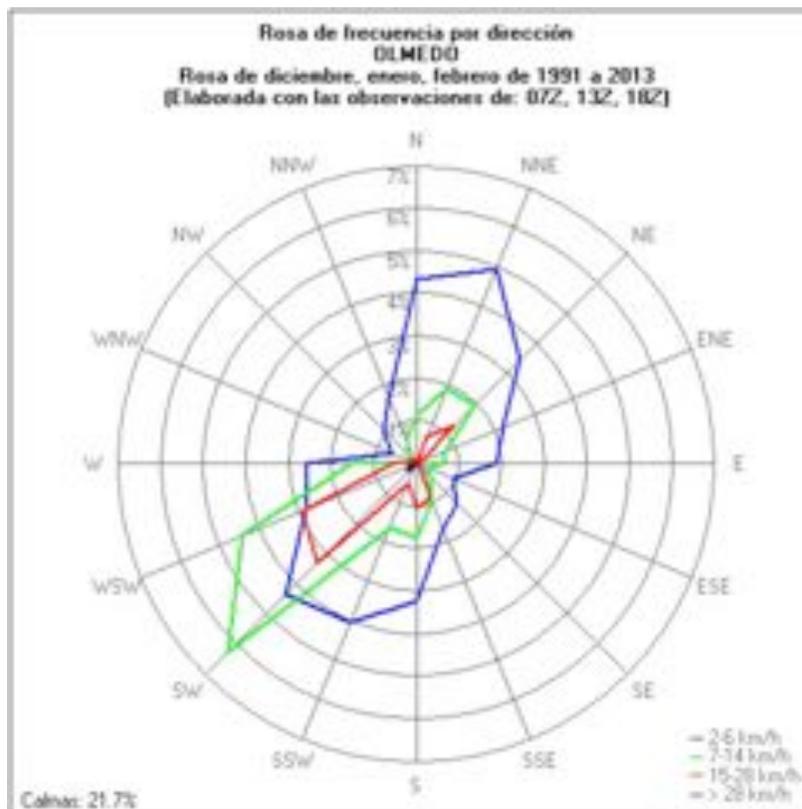


Figura 14. Rosa de vientos de la estación de Olmedo correspondiente a los meses de invierno.

7. REFERENCIAS

1. OMM. Guía de prácticas Climatológicas. OMM-100. Ginebra (Suiza). 2011.
2. Disponible on line en:
http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/wmo_100_es.pdf
3. WMO. Calculation of monthly and annual 30-year standard normals. WCDP-No 10, WMO-TD/No341. 1989.
4. Botey R, Guijarro JA, Jiménez A. “Valores normales de precipitación 1981-2010”. Agencia Estatal de Meteorología de España “AEMET”. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2013.
5. Disponible on line en:
http://www.aemet.es/es/conocermas/publicaciones/detalles/Valores_mensuales_1981_2010
6. Agencia Estatal de Meteorología de España “AEMET”. Guía resumida del clima en España (1981-2010). Disponible on line en:
http://www.aemet.es/es/conocermas/publicaciones/detalles/guia_resumida_2010;2011.
7. Flores C López JA. “Extremos de Temperatura ». En Calendario Meteorológico 2010 pp 266-278. Edita Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. 2009.
8. Rodríguez C. “Olas de calor y frío en España desde 1975”. En Calendario Meteorológico 2013 pp 280-300. Edita Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2012.
9. Font I. Climatología de España y Portugal. Ed Instituto Nacional de Meteorología, Madrid. 1983.
10. de Martonne E. Une nouvelle fonction climatologique: L’Indece d’aridite. La Meteorologie, 1926; 2, 449-458.
11. De Martonne E. Traite de Geographie Physique: 3 tomes, Paris. 1941.
12. Johansson OV. Die Hauptcharakteristika des jährlichen Temperaturganges. Gerlands Beitr. Z. Journal of Geophysics 1931; 33: 406-428.
13. Gorczyński W. Sur le calcul du degré de continentalisme et son application dans la climatologie. Geografiska Annaler 1920; 2: 324-331.
14. AEMET e Instituto de Meteorologia de Portugal Atlas Climático Ibérico. Edita Agencia Estatal de Meteorologia. Ministério de Médio Ambiente y Médio Rural y Marino. Madrid. 2011.
15. Essenwanger, O.M General Climatology 1C: Classification of Climates. Elsevier Science. 2001.
16. Mantero F, Galván Y. Climatología del Balneario de Alicún de las Torres. An R Acad Nac Farm, 2009; 75 (E): 781-798.
17. Gregorzuk M, Cena K. “Distribution of effective temperature over the surface of the Earth”. Int.J.Biometer , 1967;11, 145-149.

ESTUDIO 7

Suelos del entorno del balneario

Title in English: *Soils in the thermal environment of "Villa de Olmedo" (Valladolid)*

Antonio López Lafuente, Inmaculada Valverde Asenjo, José Ramón Quintana Nieto, Ana de Santiago Martín, Concepción González Huecas

Departamento de Edafología, Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Plza. Ramón y Cajal s/n. 28040 Madrid.

An. Real. Acad. Farm. Vol 81, Special Issue (2015) pp. 101-111.

RESUMEN

El conocimiento del suelo es imprescindible para comprender el riesgo de la posible afectación de las aguas subterráneas, especialmente en áreas sometidas a una fuerte presión de actividad agrícola. Se presenta el estudio de tres suelos localizados en los alrededores del Balneario "Villa de Olmedo", provincia de Valladolid. Se han desarrollado a partir de arcosas, situados en topografía llana, con una altitud entorno a los 750 m y bajo clima Mediterráneo templado. Se analizaron las propiedades morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de los suelos. En general, son suelos poco evolucionados, con textura gruesa, pH próximos a la neutralidad y horizontes superficiales con características ántricas.

Palabras clave: Suelos agrícolas; clima Mediterráneo; balneario; Valladolid.

ABSTRACT

Soil characteristics are decisive in groundwater quality. The impact of human activities, especially in areas subject to agricultural pressure, involves potential risks which may be critical to the viability of the water resource. This work gathers together the study of three representative soils located in the thermal environment of "Villa Olmedo", Valladolid. All of them have developed from arkoses and found around 750 m elevation in a zone of flat topography. Morphological, physical, chemical and mineralogical properties of these soils were analyzed. They are poorly developed, coarse textured, with pH close to neutrality and antric features in the surface horizons.

Keywords: Agricultural soils; Mediterranean climate; thermal environment; Valladolid.

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los suelos que rodean los acuíferos se hace imprescindible si queremos conocer el estado de conservación de las aguas subyacentes. Dos son las funciones de los suelos: la primera servir de filtro, y la segunda, y no menos importante, contribuir a su aislamiento; dependen ambas de sus propiedades y de su

uso. Suelos bien estructurados, sin problemas de degradación, amortiguan los posibles contaminantes del freático, usos adecuados y sustentables del suelo facilitan su conservación, en ambos casos, las aguas subyacentes permanecen protegidas. Por el contrario, suelos contaminados, o prácticas de usos inadecuadas, hacen que los acuíferos sean vulnerables.

Por otra parte, es reconocida la importancia que, el estudio de la humedad del suelo tiene para mejorar el conocimiento sobre el funcionamiento de los sistemas hidrológicos, sobre todo en aquellos que están afectados por una fuerte presión debida, fundamentalmente, a las actividades agrícolas y a factores ambientales (1, 2).

En suelos agrícolas, en los que se persigue maximizar la productividad con el mínimo impacto en el medio ambiente, la complejidad de las interacciones que se producen entre suelo, tipo de cultivo, manejo y clima, hace que su estudio tenga un especial interés. Prácticas inadecuadas, pueden suponer un gran riesgo para la contaminación de aguas subterráneas debido a que los cultivos son, en muchas ocasiones, excesivamente fertilizados y/o tratados con plaguicidas para alcanzar rendimientos elevados (3).

Actualmente, este tipo de suelos se les puede incluir dentro del grupo de los Antrosoles, que se definen como suelos que han sido profundamente modificados a través de actividades humanas, tales como adiciones de materia orgánica o mineral, carbón, residuos domésticos o de riego y cultivo (4). Desde el punto de vista físico su textura es variable, aunque suele ser equilibrada en el horizonte superficial. Estructuralmente, suelen ser suelos muy estables por el elevado contenido en materia orgánica salvo, en los casos en los que a cierta profundidad se localice lo que se denomina la suela de labor, estructura laminar fruto de una intensa compactación. Suelen presentar un grado de saturación superior al 50 % lo que les otorga un pH cercano a la neutralidad. Son suelos bien aireados, con elevada actividad biológica, salvo en el caso de los Antrosoles con intensa hidromorfía, ya que ésta crea ambientes anóxicos. En ciertos casos los Antrosoles tienen mayor fertilidad y productividad que los suelos naturales de su entorno (4).

El origen de la mayoría de estos suelos se encuentra relacionado con la adición prolongada de materiales con un contenido alto en materia orgánica, lo que produce un crecimiento del horizonte A (5).

Este trabajo tiene por objeto analizar las características generales de los suelos más representativos que rodean el Balneario "Villa de Olmedo".

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio y muestreo

El área de estudio se sitúa al Sureste de la provincia de Valladolid, entre los ríos Adaja, al oeste y el Eresma al este, en el término municipal de Olmedo. Presenta una altitud en torno a 720 m y un relieve llano. El territorio se dedica a uso forestal y agrícola, principalmente, al cultivo de cereales, maíz y leguminosas aunque actualmente está sufriendo un permanente cambio de uso por abandono de cultivos. Litológicamente predominan materiales terciarios, constituidos por margas, arcosas que en ocasiones aparecen cementadas por carbonato cálcico (6). Según datos de la Agencia Estatal de Meteorología se caracteriza por una precipitación anual entre 300 y 550 mm y una temperatura media anual entre 11°C y 13°C, con una ETP anual entre 700 - 850 mm, lo que condiciona un clima Mediterráneo templado con un régimen de humedad Mediterráneo seco. Desde el punto de vista bioclimático, la zona se encuentra dentro del piso supramediterráneo, con un vegetación potencial de encinar mediterráneo de *Quercus rotundifoliae* y sabinar de *Juniperus thuripherae* (7).

Las muestras se recogieron en suelos con características diferentes, siendo el criterio de muestreo las variaciones encontradas en el material litológico y teniendo en cuenta el uso del territorio. 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 720 m y en posiciones fisiográficas de llanura. Las muestras, se secaron al aire y se tamizaron recogiendo la fracción de tierra fina inferior a 2 mm en la que se efectuaron los posteriores análisis.

2.2. Métodos Analíticos

Todas las suspensiones y disoluciones se prepararon con agua purificada Milli-Q (>18M Ω cm) y con reactivos de alta pureza de Merck (Alemania) y Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EE.UU.). El material de vidrio empleado fue lavado con una solución acuosa de HNO₃ 0,1% durante 24 h y se aclaró con agua desionizada tipo I agua (Sistema de Purificación de Agua, Younglin, Aqua MAX-Basic serie 360).

Los análisis se realizaron en la fracción fina del suelo (< 2 mm), de acuerdo con los métodos propuestos por ISRIC (8), y se determinaron los siguientes parámetros: El pH se determinó en una suspensión suelo:agua con una relación 1:2,5 (p/v), medido en un pH metro Crison GPL21. 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. La conductividad eléctrica se midió en una suspensión agua:suelo con una relación 1:5 (p/v), medida en un conductivímetro modelo Crison micro CM 2200. El CaCO_3 se determinó por el método de neutralización ácida. La capacidad de cambio catiónico (CIC) se extrajo con una solución de 1M NH_4OAc a pH 7,0. La concentración de Ca y Mg, se cuantificó por espectroscopía de absorción atómica (AAS) (Analytikjena NovAA 300) y, por espectroscopía de emisión de llama utilizando un Sherwood 410 la concentración de Na y K. Se realizaron dos réplicas de cada uno de los análisis y los valores medios obtenidos fueron empleados para los cálculos.

El contenido de nitrógeno total se midió por análisis elemental en un analizador (LECO CNS 2000). El carbono orgánico total (COT) se cuantificó por oxidación húmeda de acuerdo con Walkley-Black (8), empleando un valorador automático 665 Dosimal (Metrohm). Todas las muestras fueron extraídas y analizadas por duplicado.

La composición mineralógica de las muestras de suelo (9) fueron examinadas por difracción de rayos X (DRX) utilizando un equipo EQ 0434520 31 02 (X'Pert MPD) (se realizaron análisis continuos de $3-60^\circ$ y con una velocidad de 0.04° por segundo).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Propiedades morfológicas y físicas de los suelos

El Perfil I, se caracteriza por presentar colores claros, pardos muy claros, tanto en superficie como en profundidad. La alteración de material original, arcosas blanquecinas, determina su tonalidad. El Perfil II desarrollado a partir de arcosas cementadas por carbonatos, presenta un color pardo en superficie que se vuelve pardo claro, al profundizar. El uso agrícola del suelo influye en el cambio de color. Los cambios de coloración que se observan en el perfil P-III indican que, en este caso, los procesos de alteración química han sido más intensos que en el resto de los suelos estudiados (Tabla 1).

El laboreo al que son sometidos estos suelos condiciona sus propiedades físicas, sobre todo en superficie. Las texturas y estructuras presentan pocas diferencias en los distintos suelos, hay un predominio de las texturas groseras que se mantiene constante a lo largo de los perfiles, con estructuras tipo granular de consistencia friable a muy friable. Hace excepción a esto el horizonte Bw del perfil P-III, donde el ligero incremento de la fracción arcilla condiciona una textura media y una estructura poliédrica débil (Tabla 1 y 2). La suave topografía de la zona determina

que los suelos no presenten fragmentos de rocas en superficie. Solo en los horizontes más profundos del perfil P-III, se distingue una línea de cantos rodados, material original de este suelo.

Tabla 1. Propiedades morfológicas de los suelos del entorno del Balneario de Olmedo.

Horz. cm	Prof. cm	Color Munsell (húmedo)	Text.	Estruct.	Resisten. ruptura (húmedo)	Fragmentos de roca	Presencia de raíces	Límites
<u>Perfil P-I</u>								
Ap	0-15	10YR 7/4	Af	1f gr	vfr	0	Comunes raíces finas y medias hasta los 15 cm	gp
C	15-45	10YR 8/3	Af	0		0		
<u>Perfil P-II</u>								
Ap	0-25	10YR 5/3	Fa	1f gr	vfr	0	Abundantes y comunes raíces finas y muy finas hasta los 55 cm	gp
C	25-55	10YR 6/3	Fa	1f gr	vfr	0		
<u>Perfil P-III</u>								
Ap	0-35	10YR 4/3	Fa	1f gr	vfr	0	Abundantes y comunes raíces finas y muy finas dentro de los 50 cm	np
Bw	35-60	10YR 5/4	Far-a	2m p	fr	2GS		
C	+60	10YR 7/6	Fa					

Textura: Af, arenoso-franco; Fa, franco-arenoso; Far-a, franco-arcillo-arenoso.

Estructura: 0, sin estructura; 1, débil; 2, moderada; f, fina; gr, granular; p, poliédrica.

Resistencia a la ruptura: vfr, muy friable; fr, friable.

Fragmentos de roca: cantidad 2 corresponde a 5-15%; GS, mezcla de gravas y piedras.

Límites: gp, gradual plano; np, neto plano.

Tabla 2. Distribución del tamaño de partícula de los suelos del entorno del Balneario de Olmedo.

Horz.	Prof. cm	Arena gruesa	Arena fina	Limo	Arcilla	Textura
g kg ⁻¹						
<u>Perfil P-I</u>						
Ap	0-15	473,2	374,1	88,6	64,1	Arenoso-franco
C	15-45	523,3	308,2	80,2	88,3	Arenoso-franco
<u>Perfil P-II</u>						
Ap	0-25	404,5	308,1	154,2	133,2	Franco-arenoso
C	25-55	380,0	346,7	138,1	135,2	Franco-arenoso
<u>Perfil P-III</u>						
Ap	0-35	351,3	275,1	194,2	179,4	Franco-arenoso
Bw	35-60	335,0	281,2	177,7	206,1	Franco-arcillo-arenoso
C	+60	386,4	343,3	141,1	129,2	Franco-arenoso

3.2. Propiedades químicas de los Suelos

Los perfiles seleccionados presentan unos pH próximos a la neutralidad, con valores que oscilan entre 7,2 y 8,0 en aquellos desarrollados sobre arcosas cementadas por carbonato (Perfil-II) 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. Los valores obtenidos de la conductividad eléctrica, muestra la ausencia, en todos los casos, de sales solubles. Destacan los valores de carbonato cálcico equivalente obtenidos en el Perfil II, que reflejan la naturaleza del cemento carbonatado del material original de este suelo (Tabla 3).

El contenido en C orgánico de todos los suelos diferencia los horizontes superficiales, con valores que oscilan entre 6,4 y 40,2 g kg⁻¹, decreciendo notablemente al profundizar. Las variaciones en el contenido de N siguen la misma evolución del C orgánico lo que sugiere que las formas orgánicas del N son las que predominan en estos suelos.

El valor del CIC está comprendido entre 17,3 y 23,8 cmol(+) kg⁻¹ en los horizontes superficiales, disminuyendo en todos los casos cuando se profundiza en el perfil. La acumulación de materia orgánica determina esta diferencia, lo que indica que es el contenido en los coloides orgánicos, y no la fracción arcilla quien tiene 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 Ca²⁺ y los de

Mg²⁺, esto se explica por la menor retención que tiene este elemento, en la superficie del complejo de adsorción, por lo que resulta fácilmente disponible para las plantas o es lavado por las aguas de lluvia. Cabe destacar los contenidos elevados de K⁺, procedentes de la alteración de feldespatos presentes en el material original y, también, a la utilización de abonos inorgánicos en el área seleccionada que favorece el incremento de este ión.

Tabla 3. Parámetros físico-químicos seleccionados de los suelos del entorno del Balneario de Olmedo.

Horz.	Prf	pH	CE	C	N		CIC		Ca	Mg	Na	K	Carb.
	cm	H ₂ O	dS m ⁻¹	gkg ⁻¹			Cmol(+) kg ⁻¹					gkg ⁻¹	
Perfil P-I													
Ap	0-15	7,2	0,07	6,4	0,12		17,3		31,7	3,8	0,9	0,9	6,8
C	15-45	7,4	0,03	2,6	0,08		9,9		11,3	3,1	0,7	0,3	2,3
Perfil P-II													
Ap	0-25	7,8	0,10	17,3	1,4		21,2		33,0	22,6	2,3	1,1	59,5
C	25-5	8,0	0,07	7,1	0,8		20,7		32,7	26,6	2,4	0,5	80,1
Perfil P-III													
Ap	0-35	7,1	0,14	40,2	1,8		23,8		30,7	4,5	2,3	0,8	5,2
BW	35-60	7,4	0,13	15,2	1,2		22,8		29,8	4,7	2,4	0,9	8,3
C	+60	7,6	0,11	-	-		16,4		27,2	3,1	1,7	0,6	6,6

3.3. Análisis mineralógico

Los resultados del análisis mineralógico, en polvo desorientado, de la fracción < 2mm de los suelos seleccionados se muestran en las Figuras 1 y 2. En todos los suelos encontramos como mineral predominante el cuarzo, con fuertes reflexiones a 0,42, 0,33 y 0,18 nm y feldespatos. La presencia de calcita por las reflexiones a 0,30 y 0,22 nm, se pone de manifiesto en el perfil P-II. Los filosilicatos 2:1 aparecen en todos los difractogramas con reflexiones entre 1,40 y 0,99 nm. Esta composición mineralógica pone de manifiesto que los suelos están poco evolucionados, dado que los minerales mayoritarios son heredados del material original.

3.4. Usos y clasificación

La naturaleza del material litológico, la topografía y el uso del territorio, son los factores diferenciadores que van a influir en la formación de estos suelos. Los tres perfiles de suelos que se presentan responden, en general, a los principales aprovechamientos que se dan en el término. De la superficie cultivada en el término municipal de Olmedo, más del 70% se dedica a la labor intensiva de secano, alrededor del 25% es de regadío, quedando pequeñas proporciones para el cultivo del viñedo. En el secano las especies mayoritarias son cereales de invierno y primavera, leguminosas para grano y en menor proporción girasol. En la superficie dedicada al regadío predominan los cultivos de remolacha, patata y leguminosas. Las zonas de no cultivo representan entorno al 30% del término municipal, de ellas se dedica el 75% a superficie arbórea con especies forestales del tipo pinos pinaster y pínea y, en torno al 20% restante se dedica al pastizal, utilizado como pastos para ganadería (11).

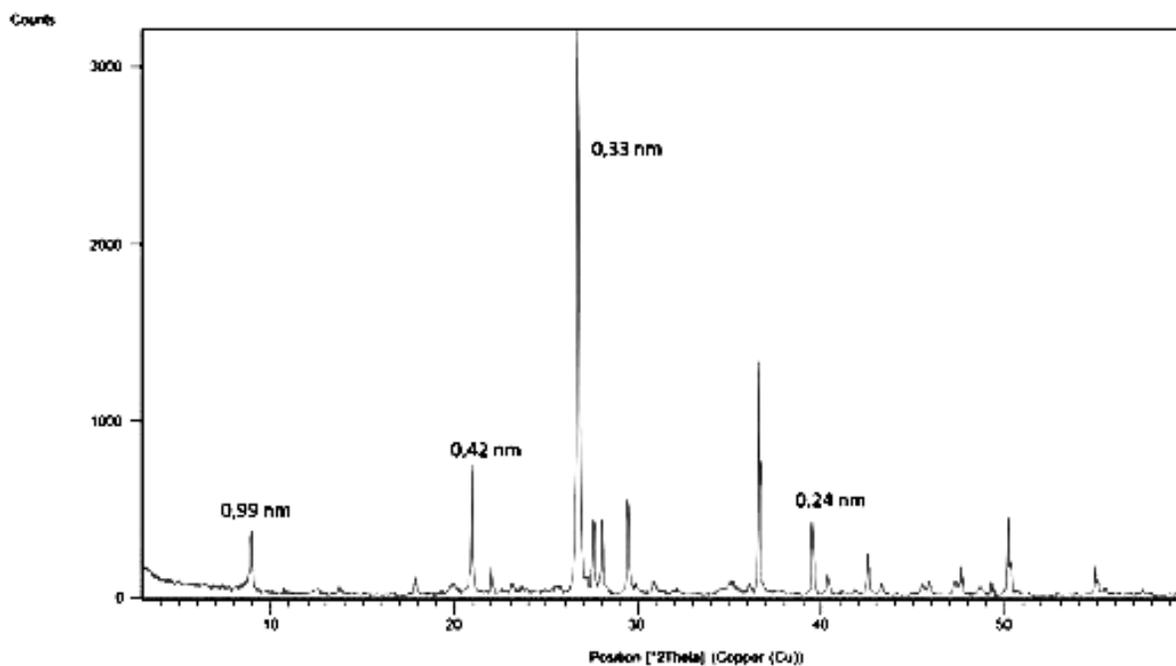


Figura 1. Difracción de Rayos-X en muestra desorientada de la fracción

Por tanto, los suelos que rodean al balneario presentan un uso agrícola, con horizontes superficiales muy alterados. Este hecho, y siguiendo la clasificación WRB (4) hace que los suelos presente características propias de Antrosoles eútricos. La heterogeneidad de este grupo no permite asociar al mismo unas propiedades comunes ya que varían con el proceso genético que originó cada tipo de suelo. Solo

podemos hacer referencia a un nivel de fertilidad alto y a una adecuación elevada al tipo de cultivo para el que han sido diseñados.

Los suelos de la primera zona seleccionada pueden quedar representados por los perfiles P-I y P-II. El perfil P-I, formado sobre arcosas blanquecinas presenta un escaso desarrollo, esto junto al predominio de cuarzo en la mineralogía del suelo y a las características climáticas de la zona, hace que el suelo se clasifique dentro del grupo de los Arenosoles según la WBR (4). El perfil P-II, formado sobre arcosas cementadas por carbonatos, presenta un desarrollo similar, la presencia de carbonato cálcico a lo largo del perfil, le confiere características de Arenosol calcárico. El perfil P-III situado cerca del núcleo urbano, al noroeste del mismo, está más desarrollado. La presencia de un horizonte entre 35 y 60 cm de profundidad, con un incremento de la fracción arcilla que origina un cambio textural y un aumento de la capacidad de intercambio iónico respecto al horizonte subyacente, le da a este horizonte características de cámbico. Todo ello hace que este suelo se le incluya dentro del grupo Cambisol y por estar saturado en bases, se le clasifica como Cambisol éutrico.

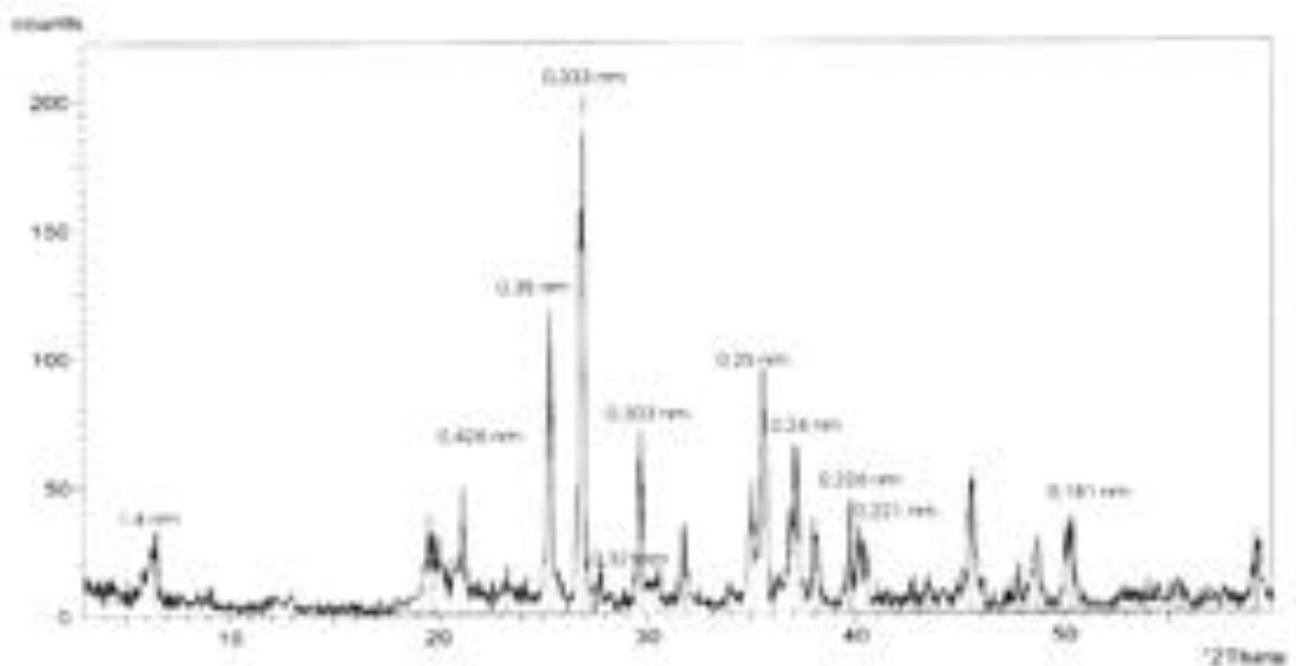


Figura 2. Difracción de Rayos-X en muestra desorientada de la fracción tierra fina del perfil P-II (CuK α -radiación).

Por haber estado sometidos al laboreo, los horizontes superficiales de los tres perfiles presentan los criterios de diagnóstico de un horizonte ántrico, sin embargo, no se alcanza los requisitos necesarios para considerar a los suelos dentro del grupo de los Antrosoles.

Este tipo de suelos de texturas gruesas y sometidos frecuentemente a prácticas agrícolas pueden incrementar los riesgos de contaminación de las aguas subterráneas.

Por lo que sería conveniente profundizar en el conocimientos de las propiedades de los suelos responsables de la retención y/o movilidad de los compuestos de origen antrópico.

4. 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. P2013/MAE-2739.

5. REFERENCIAS

1. Martínez-Fernández J, Ceballos-Barbancho A.; Luengo Ugidos MA. La sequía edáfica en la Cuenca del Duero. Ecosistemas. AEET. 2001.
2. Morán-Tejeda E, López-Moreno JI, Ceballos-Barbancho A, Vicente-Serrano SM. River regimes and recent hydrological changes in the Duero basin (Spain). Journal Hydrology 2011; 404: 241–258.
3. Isidoro D, Quilez D, Aragües R. Environmental impact of irrigation in La Violada district (Spain): II. Nitrogen fertilization and nitrate export patterns in drainage water. Journal Environmental. Quality 2006; 35: 776-785.
4. FAO; World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. FAO, Roma; 2014; pp 191.
5. Zhang, M.,Ma L, Wenqing L, Baocheng C, Jiwen J. Genetic characteristics and taxonomy classification of finic anthrosoil in China. Geoderma, 2003;115: 31-44.
6. IGME MIE. Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Hoja N° 428 (Olmedo). Madrid, 1982.
7. Rivas-Martínez S. Memoria del mapa de series de vegetación de España. 1/400.000. Icona, 1987.
8. International Soil Reference and Information Center. Procedures for Soil Analysis; 3th. Ed. International Soil Reference and Information Center; Wageningen, 2002.
9. Walkley A, Black A. A critical examination of rapid methods for determining organic carbon in soils. Soil Science 1974; 62: 251–254.
10. Tributh H.. Qualitative und quantitative Bestimmung der Tonmineral in Bodentone. In: Berichte der Deutschen Ton- und Tonmineralgruppe Tributh, H., Lagalym, G. Eds., e. V., DTTG, 1991; pp 37-85.
11. MAPA. Mapa de Cultivos y Aprovechamiento Escala 1:50.000 Hoja N° 428 (Olmedo). Madrid; 1990.

Vegetación del entorno del balneario

Title in English: *The vegetation of Olmedo spa environment*

Miguel Ladero Álvarez ^{1*}, Daniel Sánchez-Mata ^{2*}, Elena Gil Pacheco ¹, Miguel Ángel Luengo Ugidos ^{3*}, Javier González Iglesias¹, Javier Hernández García ¹, Ignacio Ladero Santos¹

^{1*}Herbario de la Universidad de Salamanca; ^{2*}Departamento de Biología Vegetal II, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid; ³ Departamento de Geografía, Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Salamanca; ladero@usal.es, dsmata@ucm.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 81, Special Issue (2015) pp. 111-144.

RESUMEN

Se estudia la vegetación del entorno del balneario de Olmedo, en función de factores edáficos, bioclimáticos, biogeográficos y florísticos. Ello nos permite identificar y delimitar las comunidades vegetales climáticas y sus etapas seriales más representativas. La ordenación del trabajo se estructura en torno a las series de vegetación reconocidas en el territorio comenzando con las cabezas de serie climatófilas y edafohigrófilas. 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, incluimos una serie de fotografías en color tanto de los distintos biotopos, como de algunas de las plantas medicinales espontáneas encontradas en el territorio. En esta contribución intentamos poner de manifiesto el alto valor ecológico y paisajístico que atesora el territorio estudiado. Destacamos la ayuda que para nosotros ha representado la memoria doctoral realizada por el farmacéutico D. Daniel Gutiérrez Martín sobre la flora del partido judicial de Olmedo en 1908. Además, reseñamos la colaboración realizada por el Dr. Gutiérrez Martín en la recogida en el término municipal de de Valladolid del

ABSTRACT

The vegetation is studied in the area around the Olmedo spa, in terms of its soil, bioclimatic, biogeographical and floristic factors. This allows us to identify and delimit the climatic plant communities and their most representative serial stages. The ordination of the work is structured around the recognised plant series in the territory, starting with the climatophilous and edaphohygrophilous heads of series. A selection of diverse graphic material is provided to document the statements in the text. The work highlights the important ecological and scenic value of the territory in the study. Particular emphasis is given to the contribution of the 1908 doctoral thesis of the pharmacist Daniel Gutiérrez Martín on the flora of the district of Olmedo, of which one noteworthy feature is his herborisation of the interesting taxon *Rhaponticoides alpina* (= *Rhaponticoides linaresii* (Lázaro Ibiza) M.V. Agab. & Greuter; = *Centaurea linaresii* Lázaro Ibiza; = *Centaurea alpina* L.) described by Blas Lázaro Ibiza in the genus *Centaurea*. Finally, the work also includes a number of commentaries on medicinal plants in the study area and some botanical routes for the purpose of visiting certain plant ecosystems of high ecological value in the Tierra de Pinares

interesante taxon *Rhaponticoides alpina* (= *Rhaponticoides linaresii* (Lázaro Ibiza) M.V. Agab. & Greuter; = *Centaurea linaresii* Lázaro Ibiza = *Centaurea alpina* L.), descrita por D. Blas Lázaro Ibiza en el género *Centaurea*. Finalmente se incluyen algunas rutas botánicas con el fin de visitar ciertos ecosistemas vegetales de alto valor ecológico de la comarca de Tierra de Pinares.

Palabras clave: Balneario de Olmedo; vegetación de Castilla; Daniel Gutiérrez Martín; *Rhaponticoides alpina*.

region. The syntaxonomical checklist of the vegetation in the territory is also provided.

Keywords: Key words: Olmedo spa; Vegetation of Castilla; Daniel Gutiérrez Martín; *Rhaponticoides alpina*.

1. INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El municipio de Olmedo forma parte de la comarca histórica “Tierra de Pinares” la cual comprende el sur de la provincia de Valladolid y norte de la provincia de Segovia (Figura 1). Hemos tomado como centro de estudio la villa de Olmedo y su término municipal, ampliando el área de trabajo en función de las comunidades vegetales de alto valor ecológico existentes en el territorio.

El nombre de la villa de Olmedo, se explica por los muchos olmos que crecen en las orillas de los arroyos que surcan su término municipal y a lo largo de los ríos Adaja, Eresma y Cega que recorren la comarca.

Los términos municipales visitados para realizar este trabajo, pertenecen a los partidos judiciales de Valladolid, Medina del Campo y Santa María la Real de Nieva al incluir el término de Villeguillo (Segovia) debido a encontrarse en él la Laguna de Caballo Alba, cuyas comunidades vegetales halófilas se encuentran bien conservadas.

Salvo indicación expresa las autorías de todos los táxones vegetales mencionados en el texto siguen, en general, las propuestas de los volúmenes publicados de *Flora iberica* (Castroviejo & al., 1986-) o, en su defecto, las de *Flora Europaea* (Tutin & al., 1960-1980).

2. BREVE RESEÑA GEOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA

Tanto en la hoja cartográfica de Olmedo -IGME 428- (1982) como en la de Portillo -IGME 400- (1982), están representadas las tres unidades geomorfológicas clásicas del Mioceno castellano: “Páramos”, “Cuestas” y “Campañas”, definidas por D. Eduardo Hernández Pacheco (1915).

La “Fase de Páramo” en la hoja de Olmedo queda reducida al Cerro del Telégrafo, el cual se ha desgajado de los de Portillo, Llano de Marugán e Iscar, por procesos erosivos asociados a la cambiante red del Eresma. Es interesante destacar que los páramos orientales están muy karstificados, observando abundantes dolinas y uvalas; formaciones ausentes en el en el Cerro del Telégrafo. En los Páramos orientales hemos observado pequeñas cavidades, donde se acumulan arenas eólicas que permiten el establecimiento de plantas silicícolas, como la jara cepa o estepa (*Cistus laurifolius*) y el cantueso (*Lavandula pedunculata*).



Figura 1. Casa de la Villa.

Estas mesetas constituyen las cotas más altas de la zona estudiada, en el Páramo de Olmedo se sitúa entre (846- 859 m asl), en tanto que en los de la parte oriental se encuentra entre (850-870 m). Como planta más característica de estos medios destacamos la sabinar (*Juniperus thurifera*) (Figura 1).

En los páramos del Telégrafo en Olmedo y el de la Serrana en Pedrajas de San Esteban, los suelos corresponden a luvisoles crómicos, y *terra rossa*. En los páramos del Pinar del Llano se presentan pequeños afloramientos de *terra fusca*.

La “Fase de Cuestas” constituye la vertiente al pie del “Páramo”. Y sirven como punto de unión entre el “Páramo” y “La Campiña”. Se trata de laderas estabilizadas, formadas por arcillas calcáreas y margas grises y pequeña proporción de arena -IGME 400- (1982). Son suelos bastante calcáreos, con ausencia de cristales de yeso, como hemos observado en la Cuesta del Telégrafo (Olmedo); el suelo corresponde a un regosol calcárico (Figura 2).



Figura 2. *Rhaponticoides alpina* (L.) M.V.Agab. & Greuter, Cuesta del Telégrafo, Olmedo

En las “Cuestas” orientales, los yesos se concentran en la parte alta entre las cotas de 800 y 820 m , Los yesos se explotan en los alrededores de Portillo, Cogeces de Íscar, Íscar y Pedrajas de San Esteban. Se identifican tanto por la presencia de cristales de yeso, como por la aparición de plantas gipsícolas tales como: el arnacho (*Ononis tridentata*) y la hierba de las pecas (*Lepidium subulatum*). Estos yesos tienen un espesor de entre 10 y 15 m . Los suelos corresponden a un regosol gipsíco (Figura 3).



Figura 3. Matorrales sobre margas yesíferas (*Lino differentis-Lepidietum subulati*)

La “Fase de Campiña” viene definida por un conjunto de superficies situadas a distintos niveles, sobre una gran superficie inferior, cubierta por un importante manto “eólico” en el que se encaja profundamente la red fluvial de (Adaja, Eresma y Cega). En la “Campiña” destacan los sedimentos miocenos formados por distintos tipos de arcosas ocasionalmente cementadas por carbonatos. Los suelos pertenecen a cambisol calcárico y regosol calcáreo, donde crecen los cultivos de remolacha, girasol, patatas, zanahorias, guisantes, ajos, etc. En la campiña junto a las áreas de cultivo se encuentran tres ecosistemas interesantísimos: bodones, salgueros y arenas eólicas fijadas estas últimas por extensos pinares de pino resinero o negral (*Pinus pinaster*) y pino piñonero (*Pinus pinea*) (Figura 4).



Figura 4. Arcosas cementadas por carbonatos, campiña de Olmedo

Bodones

En la Tierra de Pinares se denomina “bodón” a las lagunas que se secan en verano como recoge Rivas Goday & al. (1956:395).

En las terrazas del Eresma situadas en su margen izquierda, existe una gran depresión, en las que aparecen numerosas áreas endorreicas y cubetas de deflacción temporalmente encharcadas, denominadas “bodones”, como el “Bodón Blanco” y “Bodón Juncial” en el término de Bocigas, o la Laguna de Caballo Alba en el de Villeguillo. Se reconocen estos ecótopos por el manto salino que cubre el área desecada. Los suelos corresponden a un gleisol vértico con salinidad (Figura 5).

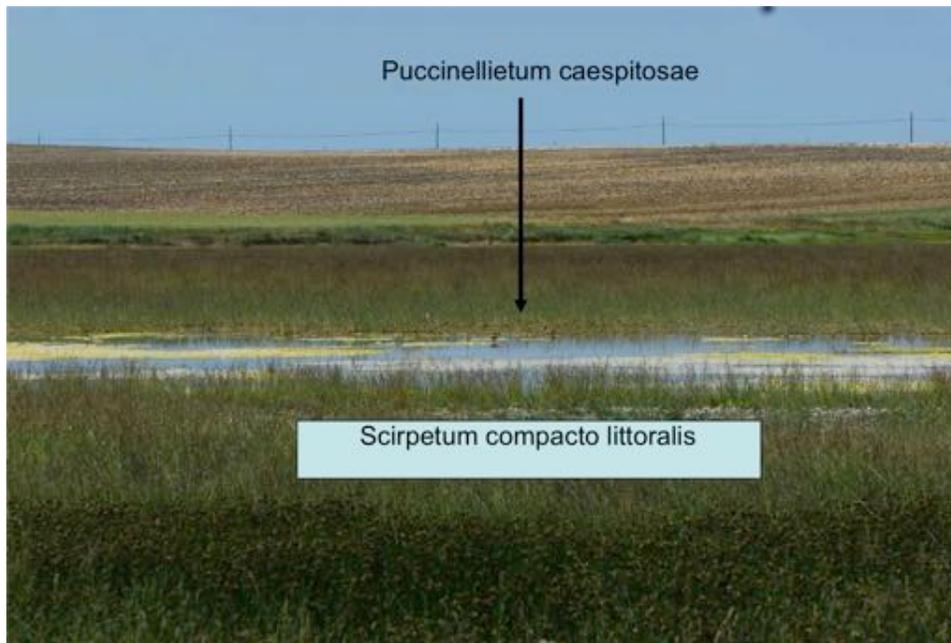


Figura 5 . Bodón Juncial, Bocigas

Salgueros

Se encuentran en las superficies más bajas de la hoja de Olmedo en relación con pequeños cursos fluviales, como sucede con los arroyos del Hoyo entre Villeguillo y Aguasal y Sangurejo entre Llano de Olmedo y Aguasal. Se trata de zonas encharcables debido a la escasa pendiente de la zona.



Figura 6. Salguero, Llano de Olmedo

Los depósitos son de arenas con abundante fracción de limo y arcilla y acumulaciones importantes de materia orgánica. En superficie se concentran

eflorescencias salinas originadas en las épocas secas .Estas formaciones salinas son ricas en sulfatos, nitratos y cloruros de Ca, Na y K, -IGME 428- (1982). Sobre estas depresiones se dan suelos de carácter vértico. El espesor de estos suelos puede llegar a un metro (Figura 6).

En cuanto a la vegetación, se reconocen por las praderas juncuales y los gramadales, de alto valor pascícola. Como planta característica de estos biótopos destacamos el endemismo *Centranthus calcitrapae* var. *gutierrezii* Pau. El espesor de estos suelos puede llegar a un metro y corresponden a un gleisol vértico con salinidad.

Arenas eólicas

En la Tierra de Pinares son muy abundantes las arenas eólicas. La actividad eólica parece ser que ha sido bastante importante y constante al menos desde el Pleistoceno Superior -IGME 428- (1982).

Las arenas más recientes se presentan siempre sueltas. La proporción de limo es menor del 10 %. Parece ser que en las arenas más recientes hay al menos dos fases eólicas principales, separadas por un horizonte edáfico de acumulación de arcilla.

Las arenas eólicas no presentan estructura, siendo su aspecto masivo. Las acumulaciones eólicas pueden llegar a 10-12 m de potencia. Podemos señalar que las arenas eólicas están perfectamente fijadas por los pinares y sus etapas seriales. Como planta más representativa de estos medios además de los pinos señalamos el codeso - *Adenocarpus aureus*- . Los suelos son arenosoles (Figura 7).



Figura 7. Pinar sobre arenas eólicas, Pozal de Gallinas

3. RESEÑAS BIOGEOGRÁFICA Y BIOCLIMÁTICA

Biogeografía, como señalan 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 & al. (2007:41), el territorio objeto de este trabajo se encuentra ubicado en la subprovincia corológica Castellana, sector Castellano-Duriense, distrito Riberoduriense. El distrito Riberoduriense comprende la ribera del Duero de Valladolid y Burgos, incluyendo la Tierra de Medina y desde Tordesillas (VA) a Langa de Duero (BU). La Tierra de Medina también llamada Tierra de Pinares vallisoletana, y en la cual se sitúa la zona de estudio.

La Bioclimatología es, según Rivas-Martínez & al. (2007:100), la “ciencia que estudia la reciprocidad entre el clima y la distribución de los seres vivo y de sus comunidades en la Tierra”. Junto con el suelo, el clima es el factor que más influye en la distribución de las especies vegetales, y dentro de los elementos que componen el clima, la precipitación y temperatura ocupan un lugar preferente.

En el apartado bioclimático hemos utilizado los datos climáticos de la Comarca de Tierra de Pinares vallisoletana aportados por el “Atlas Climático Digital de la Península Ibérica”. Se han recogido los datos de precipitación y temperatura de 19 municipios, a los que hemos añadido mediante cálculos sencillos, los índices de continentalidad (Ic), termicidad (It), termicidad compensada (Itc) y ombrotérmico (Io). Podemos concluir en este apartado que el macroclima que define la Comarca de Tierra de Pinares es Mediterráneo y en cuanto al bioclima es pluviestacional oceánico. En función de los valores obtenidos para el (It) e (Itc), el termotipo es supramediterráneo inferior, y en cuanto al ombrotipo (Io), predomina el seco inferior, solo Iscar, y Cogeces de Iscar presentan seco superior. En función de los datos obtenidos para (Ic), la continentalidad, toda la zona de estudio es oceánico-semicontinental-atenuado-eutemplado (Cuadro 1).

Tabla 1. Datos bioclimáticos de la comarca Tierra de Pinares

Localidad	Alt.(m)	P	T	It	Ic	Io	Itc	Bioclima	Termotipo	Ombrotipo	Continentalidad
Aguasal	758	422,4	12.1	201	17,8	2.7	201	* Med.-Pluv. Oce.	Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Alcazarén	744	429,2	12.1	201	17,7	2.7	201		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Aldeamayor de San Martín	706	438,6	12.2	202	17,6	2.7	202		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Ataquines	800	411,5	12,4	207	18,3	2.5	208,5		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Bocigas	782	430,7	12,2	201	18	2.7	202		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Campaspero	919	488,6	11.4	182	17.8	3.0	182		Supramediterráneo inferior	Seco superior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Coeces de Iscar	734	459,9	12.0	198	17.8	2.9	198		Supramediterráneo inferior	Seco superior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Hornillos de Erema	729	426,2	12.1	201	17.8	2.7	201		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Isicar	878	480.1	12.3	199	17.8	3.0	199		Supramediterráneo inferior	Seco superior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Llano de Olmedo	784	429.6	12.2	202	18	2.7	202		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Matapozuelos	754	434.3	12.4	208	17.6	2.7	208		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Medina del Campo	725	380.5	11.3	174	18.1	2.1	174.5		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Megeces	743	441.1	12.0	199	17.7	2.8	199		Supramediterráneo inferior	Seco inferior/Superior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Mojados	718	429.5	12.3	206	17.5	2.6	206		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Olmedo	768	418,6	12,3	202	17,9	2.6	202		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Parrilla, La	857	508.4	12.0	186	18	2.8	186		Supramediterráneo inferior	Seco inferior/Superior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Pedrajas de S. Esteban	784	405.5	12.0	199	17.7	2.6	199		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Pedraja de Portillo La	722	428.5	12.3	205	17.5	2.7	205		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Portillo	878	436.7	12.0	197	17.7	2.8	197		Supramediterráneo inferior	Seco inferior/Superior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado
Pozal de Gallinas	733	417.0	12.0	194	18	2.4	194		Supramediterráneo inferior	Seco inferior	Oceánico-Samiocontinental-Atenuado - Eutemplado

Leyendas : Bioclima: * Med.-Pluv. Oce. = Mediterráneo-Pluviestacional Oceánico

4. SERIES DE VEGETACIÓN

Entendemos como serie de vegetación, siguiendo a Rivas-Martínez & al. (2007:134, 2011), la “unidad básica de la Fitosociología dinámica”. Se define como el conjunto de comunidades vegetales o estadios que pueden hallarse en un espacio 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 pueden reemplazarlas. Comentaremos las distintas comunidades clímax, bajo el apartado de vegetación climatofila y edafohigrófila.

4.1. Series climatofilas

A. Serie climatófila y edafoixerófila, castellana, e ibérico maestracense calcícola mediterránea pluviestacional oceánica supramediterránea seco-subhúmeda de los bosques de *Quercus rotundifolia* y *Juniperus thurifera* con *Rhamnus infectoria* y *Satureja intricata*, *Junipero thuriferae-Quercus rotundifoliae* sigmetum.

-Faciación castellana duriense sobre calizas cohesivas de *Quercus faginea*

-Faciación castellana duriense sobre arcosas cálcicas detríticas

B. Serie climatófila y edafoixerófila guadarrámica castellano septentrional y planileonesa silicícola mediterránea pluviestacional oceánica meso - supramediterránea seco- subhúmeda de los bosques de *Quercus rotundifolia* y *Juniperus oxycedrus* subsp. *lagunae* (Pau ex C. Vicioso) Rivas Mart., con *Carex distachya* y *Lavandula pedunculata*, *Junipero lagunae- Quercus rotundifoliae* sigmetum.

-Faciación pinariega psamófila de *Adenocarpus aureus*.

4.2. Series Edafohigrófilas

C. Serie y geoserie fluvio- alvear y fluvial castellana septentrional y oroibérica dulceacuícola ligeramente dura o dura mediterránea pluviestacional oceánica supramediterránea seco-subhúmeda de los bosques de *Populus nigra* y *Salix neotricha* R. Görz. *Salici neotrichae-Populo nigrae* sigmetum.

-Faciación y geofaciación castellana septentrional dulceacuícola dura de *Salix eleagnos* subsp. *angustifolia*

D. Serie fluvial-riberaña castellana septentrional y oroibérica dulceacuícola dura o ligeramente dura mediterránea pluviestacional oceánica supramediterránea seco -subhúmeda de los bosques de *Ulmus minor* y *Arum cylindraceum*, *Aro cylindracei-Ulmo minoris* sigmetum.

4.1.A. Vegetación climatófila

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

-Serie climatófila y edafoixerófila, castellana, e ibérico maestracense calcícola mediterránea pluviestacional oceánica supramediterránea seco-subhúmeda de bosques de *Quercus rotundifolia* y *Juniperus thurifera* con *Rhamnus infectoria*, *Junipero thuriferae-Quercus rotundifoliae* sigmetum.

-Faciación castellana duriense sobre calizas cohesivas de *Quercus faginea*.

-Faciación castellana duriense sobre arcosas cálcicas detríticas.

4.1.A.1. Encinar basófilo con sabinas

Los encinares en el área de estudio sobre sustratos básicos, solo se encuentran bien representados en los páramos de la zona oriental, pertenecientes a los términos de Iscar, Pedrajas de San Esteban, Megeces, Portillo y Aldea de San Miguel. Son llanuras que superan los 850 m de altitud. Están formadas por rocas carbonatadas, más resistentes a la erosión que los materiales infrayacentes. El espesor oscila entre 1 y 10 metros -IGME 400- (1982). Los suelos son poco profundos correspondientes a un leptosol calcárico, presentando pequeños depósitos de *terra fusca* generados a partir de las calizas pliocenas. Se trata de bosques mixtos desarrollados en el piso supramediterráneo de ombroclima seco superior. Junto a la encina, se presentan como elementos arbóreos la sabina albar (*Juniperus thurifera*), y el quejigo (*Quercus faginea*), junto con los pinos negral o resinero (*Pinus pinaster*) y pino piñonero (*Pinus pinea*). En el estrato arbustivo, destaca el arto (*Rhamnus infectoria*) y en las pequeñas cavidades donde se acumulan las arenas eólicas crece la jara cepa (*Cistus laurifolius*) (Figura 7).

Estos encinares corresponden a la faciación castellana duriense sobre calizas cohesivas de *Quercus faginea*, que albergan un tomillar disperso perteneciente a la asociación *Lino differentis-Salvietum lavandulifoliae*.

Como ejemplo presentamos el siguiente inventario: encinar- sabinar en el páramo del Pinar del Llano en el término de Portillo, 30TUL6888. Junipero thuriferae-Quercetum rotundifoliae (*Quercion ilicis*, *Quercetalia ilicis*, *Quercetea ilicis*). Altitud 580 m asl, área 200 m², cobertura 60%. Características de asociación y unidades superiores: 2 *Quercus rotundifolia*, 1 *Juniperus thurifera*, 2 *Quercus faginea*, + *Rhamnus infectoria*, 3 *Pinus pinea*, 1 *Pinus pinaster*. Compañeras: 2 *Lavandula latifolia*, 1 *Linum suffruticosum* subsp. *differeans* (Pau) Rivas Goday & Rivas Mart., 1 *Hippocrepis commutata*, 1 *Teucrium capitatum*, 1 *Dorycnium pentaphyllum*, 2 *Helianthemum cinereum* subsp. *rotundifolium*. Compañeras: 1 *Linum narbonense*, + *Thymus zygis*, + *Cistus laurifolius*, + *Thymus mastichina*. La faciación sobre arcosas cálcicas detríticas es inexistente en la actualidad al estar transformada su área en tierras agrícolas.

4.1.B. Encinar silicícola con pinos

Serie climatófila y edafoixerófila guadarrámica castellano septentrional y planileonesa silicícola mediterránea pluviestacional oceánica meso-supramediterránea seco-subhúmeda de los bosques de *Quercus rotundifolia* y *Juniperus oxycedrus* subsp. *lagunae*, con *Carex distachya* y *Lavandula pedunculata*, *Junipero lagunae-Quercus rotundifoliae* sigmetum.

-Faciación pinariega psamófila de *Adenocarpus aureus*.

Los encinares sobre suelos silíceos en la zona de estudio, quedan circunscritos a las arenas eólicas. Cuando el manto eólico tiene una potencia que se aproxima 10

metros, como sucede entre Olmedo y Pozal de Gallinas, el encinar está sustituido por un pinar mixto de pino negral y pino piñonero. Las encinas, solo las hemos observado en estado arbustivo, entre Boecillo y Viana de Cega y siempre acompañadas por los pinos. Por el contrario, las etapas seriales propias del encinar se desarrollan en toda el área del manto eólico, representadas por codesales, berceales, lastonares, pastizales y comunidades arvenses.

4.1.B.1. Codesal

Se trata de una comunidad serial muy bien representada en la Tierra de Pinares sobre arenosoles. Fue descrita por Rivas-Martínez (1968:1062) como *Lavandulo pedunculatae-Adenocarpum aurei* de la comarca de la Tierra de Pinares segoviana.

Se trata de un matorral silicícola caracterizado por la presencia del codeso (*Adenocarpus aureus*), al que acompañan cantuesos (*Lavandula pedunculata*); otras especies arbustivas de interés en esta comunidad son *Cytisus scoparius*, *Halimium umbellatum* subsp. *viscosum* y *Retama sphaerocarpa*. Perfil bioclimático: supra-mediterráneo y ombrotipo seco.

Como ejemplo presentamos un inventario de un codesal de *Lavandulo pedunculatae-Adenocarpum aurei* (*Retamion sphaero-carpae*, *Cytisetalia scopario-striati*, *Cytisetea scopario-striati*) levantado en Pozal de Gallinas, en los claros de un pinar de pino piñonero, 30TUL4875. Altitud 740 m asl, área 100 m², cobertura 70%. Características de asociación y unidades superiores: 2 *Adenocarpus aureus*, 2 *Lavandula pedunculata*, 1 *Retama sphaerocarpa*, + *Cytisus scoparius*, 2 *Thymus mastichina*, + *Halimium umbellatum* subsp. *viscosum*, 2 *Thymus zygis*. Compañeras: + *Helichrysum stoechas*, + *Chondrilla juncea*, + *Stipa lagascae*, 1 *Centaurea alba*, + *Pimpinella villosa* (Figura 8).

4.1.B.2. Berceales

Comunidad de gramíneas vivaces de gran talla presididas por el berceo (*Celtica gigantea* (Link) F.M. Vázquez & Barkworth) y definida por la asociación *Arrhenathero baetici-Stipetum giganteae*. Se desarrolla en los claros del pinar sobre suelos arenosos, Aunque su óptimo se encuentra sobre cambisoles profundos con horizontes orgánico bien estructurado, se presentan sobre suelos compactos arenosos, y no sometidos a periodos de hidromorfia temporal. Constituye una etapa serial de los encinares pinariegos psamófilos de *Junipero lagunae-Quercetum rotundifoliae*. En cuanto al perfil bioclimático presenta termotipo supramediterráneo y ombrotipo seco.



Figura 8. *Adenocarpus aureus* (Cav.) Pau, Hornillos

Como ejemplo presentamos un inventario de los berceales de Pozal de Gallinas en claros de pinares sobre arenas, 30TUL4975 (*Arrhenathero baetici-Stipetum giganteae*, *Agrostio castellanae-Stipion giganteae*, *Agrostietalia castellanae*, *Stipo giganteae-Agrostietea castellanae*). Altitud 730 m asl, área 50 m², cobertura 60%. Características de asociación y unidades superiores: 2 *Celtica gigantea*, 1 *Stipa lagascae*, 2 *Arrhenatherum baeticum*, (Romero Zarco) Rivas Martínez & al., 1 *Thapsia villosa*, + *Centaurea aristata* subsp *langeana*. Compañeras: 2 *Chondrilla juncea*, + *Andryala integrifolia*, + *Brassica oxyrrhina*, + *Echium plantagineum* (Figura 9).



Figura 9. Berceales (*Arrhenathero-Stipetum giganteae*), Pozal de Gallinas

4.1.B.3. Lastonares

Se trata de comunidades gramínoideas presidida por el lastoncillo (*Stipa lagascae*), y próxima a los berceales. Suele ocupar pequeñas vallonadas con ligera hidromorfía. En cuanto a su óptimo biogeográfico es carpetano-leonés. Constituye una etapa serial del carrascal de *Junipero lagunae-Quercetum rotundifoliae*. La asociación que los define es *Centaureo ornatae-Stipetum lagascae*; en cuanto al perfil bioclimático, tiene un termotipo supramediterráneo y ombrotipo seco.

4.1.B.4. Pastizal terofítico psamófilo

En los pinares sobre arenosoles de Tierra de Pinares se presenta una comunidad terofítica psamófila definida por la asociación *Loeflingio hispanicae-Malcolmietum patulae* -como sinónima incluimos la asociación *Malcolmio patulae-Chysanthemetum pulverulenti*- descrita de Pozal de Gallinas por Rivas Goday (1958:558). En los bordes de los caminos con suelos más nitrificados se presenta la variante de *Rumex tingitanus*.

Son especies características: *Loeflingia hispanica*, *Malcolmia triloba* *Evax asterisciflora*, *Silene portensis* y *Silene scabriflora* entre otras especies.

Como ejemplo presentamos un inventario de este pastizal terofítico psamófilo tomado en Pozal de Gallinas en los claros de un pinar sobre suelos arenosos, 30TUL4875: *Loeflingio hispanicae-Malcolmietum patulae* (*Corynephorum patulae*, *Malcolmietalia*, *Helianthemetea guttati*). Altitud 790 m asl, área 100 m², cobertura 70%. Características de asociación y unidades superiores: 1 *Loeflingia hispanica*, 2 *Malcolmia triloba* (= *Malcolmia patula*), 2 *Filago carpetana*, 2 *Corynephorus canescens*, 2 *Erodium bipinnatum*, 2 *Micropyrum tenellum*, 2 *Anthoxanthum aristatum*, 1 *Silene portensis*, 1 *Silene scabriflora*, 1 *Sedum andegavense*, 1 *Sedum caespitosum*, 2 *Ornithopus sativus*, 1 *Vulpia membranacea*, 1 *Vulpia ciliata*, 2 *Tuberaria guttata*, 1 *Ornithopus perpusillus*, 1 *Ornithopus compressus*, 1 *Linaria sparteae*, 1 *Jasione montana*, + *Silene colorata*, 1 *Aira caryophyllae*, 1 *Vicia lathyroides*, 2 *Rumex tingitanus*, 1 *Silene conica*. Compañeras: 2 *Leucanthemopsis pulverulenta*, 1 *Brassica barrelieri*, 1 *Andryala arenaria*, 2 *Senecio gallicus*, + *Allium paniculatum*, + *Andryala integrifolia* (Figura 10).



Figura 10. *Loeflingia hispanicae*–*Malcolmietum patulae*, Pozal de Gallinas

4.1.B.5. Vegetación anual subnitrófila de floración primaveral

En los pinares de pino piñonero (*Pinus pinea*) y pino resinero (*Pinus pinaster*) se desarrolla una vegetación terofítica anual subnitrófila, de floración primaveral, presidida por varias especies de *Bromus*. Se trata de una comunidad con cierto carácter nitrófilo, nitrofilia que procede de la transformación de la hojarasca de pino. Al ser suelos arenosos poco compactados, arenosoles, que no han sufrido alteración, se instala una vegetación propia de los suelos removidos presidida por especies del género *Bromus*: *B. tectorum*, *Bromus hordeaceus*, *B. matritensis* y *B. rubens*, a los que suelen acompañar otros terófitos como *Lupinus angustifolius*, *Trifolium angustifolium*, *Trifolium stellatum*, etc. así como: *Alyssum granatense*, *Andryala arenaria*, *Brassica barrelieri*, *Coincya monensis* subsp. *orophila* (= *Rhynchosinapis hispida*), etc. Consideramos que esta vegetación anual es asimilable a la asociación *Rhynchosinapis hispidae*-*Brassicetum barrelieri*. Esta comunidad se encuentra muy bien representada en los pinares de Pozal de Gallinas, Olmedo y Hornillos de Eresma (Figura 11).



Figura 11. *Rhynchosinapio hispidae-Brassicetum barrelieri*, Pozal de Gallinas

4.1.B.6. Comunidades arvenses de Tierra de Pinares

Al ocupar La Campiña la mayor parte de la Tierra de Pinares, es necesario señalar algunas comunidades que se desarrollan como malas hierbas en los distintos cultivos. Para ello seguimos el estudio realizado por Burgaz & Saiz (1989) de las comunidades arvenses cerealistas de Tierras de Pinares.

En los suelos arenosos muy pobres en bases, se desarrolla una comunidad pionera de fenología primaveral temprana definida por la asociación *Miboro-Arabidopsietum thalianae*. Son plantas características además de las especies directrices la arenaria roja (*Spergularia purpurea*) y el azulejo (*Cyanus segetum* Hill.). Esta comunidad la hemos reconocido en los términos municipales de La Pedraja de Portillo, Mojados y Portillo

Sobre los suelos areno-arcillosos de La Campiña, se desarrolla una comunidad que asimilamos a la asociación *Veronico triphylli-Cerastietum dichotomi*, junto a las especies directrices, hemos observado la presencia de plantas propias de la alianza *Secalion* como: *Hypocoum imberbe*, *Galium tricornutum*, *Camelina microcarpa*, *Neslia paniculata* subsp. *thracica* entre otras, lo cual nos indica la basifilia de la comunidad y nos aproxima a la *Roemerio hybridi-Hypocoetum penduli* sobre los suelos ricos en bases, clásica de la base de las cuestas, observada en Aguasal, Iscar Olmedo y Villeguillo. Los suelos corresponden a luvisoles y cambisoles calcáricos respectivamente.

Entre las comunidades estivales que se desarrollan en las rastrojeras, destacamos la correspondiente a la asociación *Heliotropio europaei-Amaranthetum albi*, que tiene su óptimo a finales de verano y se desarrolla sobre suelos arenosos y areno-arcillosos; son plantas características: *Heliotropium europaeum* (hierba alacranera), *Tribulus terrestris* (abrojo) y *Chenopodium album* (cenizo), entre otras.

De fenología estivo-otoñal ligada a los suelos básicos muy nitrificados, hemos observado vegetación asimilable a la asociación *Atriplici roseae-Salsolietum ruthenicae* desarrollada en los cultivos de patatas, zanahorias y remolacha. Son plantas características de esta comunidad los armuelles (*Atriplex rosea* y *Atriplex prostrata*), la barrilla (*Salsola kali*) y el cardo cundidor (*Cirsium arvense*). Los suelos corresponden a cambisoles calcáricos y regosoles calcáreos.

-Vegetación de “Las Cuestas”

La vegetación de “Las Cuestas” está formada, en el estrato arbóreo, por ejemplares dispersos de pino negral (*Pinus pinaster*); en tanto que el estrato arbustivo, es un matorral que varía su composición florística en función del tipo de roca.

A) Sobre margas calizas: salviares (*Lino differentis-Salvietum lavandulifoliae*)

Vegetación rica en caméfitos aromáticos como la salvia (*Salvia lavandulifolia*) y el espliego (*Lavandula latifolia*); son los matorrales melíferos frecuentes en las tierras altas de ambas Castillas como señalan Rivas Goday & Rivas-Martínez (1968:32). Los suelos sobre los que se desarrollan son regosoles calcáricos. Son especies características: *Salvia lavandulifolia*, *Linum suffruticosum* subsp. *differentis*, *Coronilla minima*, *Lithodora fruticosa*, *Genista scorpius* y *Centaurea alpina* (= *Rhaponticoides linaresii*, = *Centaurea linaresii*), entre otras. Esta comunidad se presenta en la “Cuesta del Telégrafo” (Olmedo) así como en las cuestas de los “Páramos de La Serrana” y del “Pinar del Llano” en los términos de Pedrajas de San Esteban y Portillo respectivamente.

Como ejemplo presentamos el inventario levantado en Olmedo en la “Cuesta del Telégrafo”, 30TUL6074 incluye en la asociación *Lino differentis-Salvietum lavandulifoliae* (*Sideritido incanae-Salvion lavandulifoliae*, *Rosmarinetalia officinalis*, *Rosmarinetea officinalis*). Altitud 850 m asl, exposición O, área 100 m², cobertura 70%. Características de asociación y unidades superiores: 2 *Coronilla minima*, 1 *Linum suffruticosum* subsp. *differentis*, 1 *Salvia lavandulifolia*, 2 *Lithodora fruticosa*, 2 *Hippocrepis commutata*, 1 *Helianthemum hirtum*, + *Teucrium capitatum*, + *Astragalus monspessulanus* subsp. *gypsophylus*, + *Onobrychis saxatilis*, 2 *Centaurea alpina*, 1 *Helianthemum apenninum*, 2 *Aristolochia pistolochia*. Compañeras: 1 *Euphorbia serrata*, + *Matthiola fruticulosa*, 1 *Melica ciliata* subsp. *magnolii*, + *Koeleria vallesiana*, + *Salvia aethiops*, 1 *Avenula bromoides* (Fotos 12, 13).



Figura 12. Cuesta del Telégrafo, *Lino differentis-Salvietum lavandulifoliae*, Olmedo

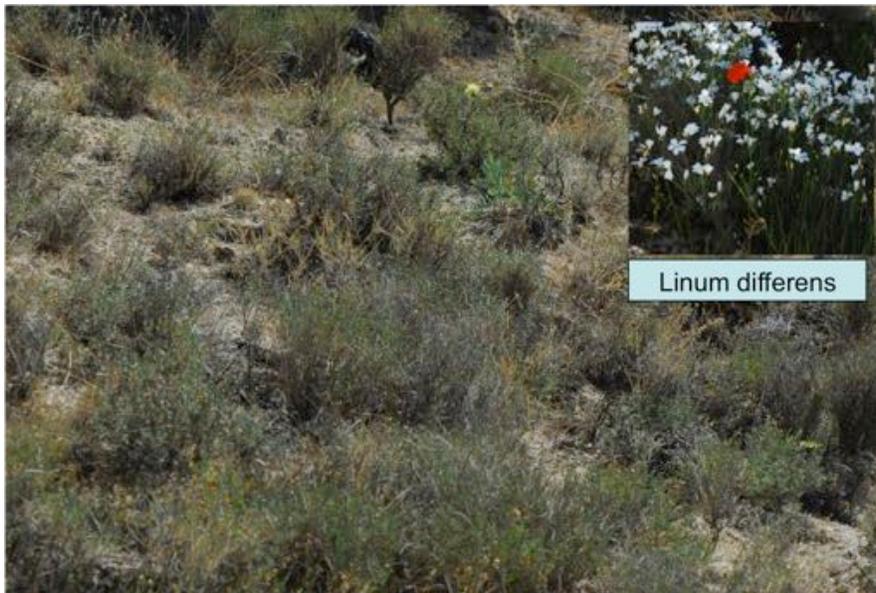


Figura 13. Cuesta del Telégrafo, *Lino differentis-Salvietum lavandulifoliae*, Olmedo

B) Sobre margas yesíferas: Tomillares gipsófilos de la asociación *Lino differentis-Lepidietum subulati*

Esta comunidad fue descrita por Rivas Goday & al. (1958:469) de Pedrajas de San Esteban entre otras localidades. Es propia de las margas yesíferas de Castilla La

128 | Vegetación del entorno del balneario

Vieja. Se trata, sin duda, de la comunidad más pobre en plantas gipsófilas dentro de la alianza *Lepidion subulati*. Como especies características de esta comunidad en la Tierra de Pinares señalamos: *Lepidium subulatum*, *Ononis tridentata* y *Sideritis pungens*, a las que acompañan elementos basófilos de gran área como: *Salvia lavandulifolia*, *Astragalus monspessulanus* subsp. *gypsophilus*, *Dorycnium suffruticosum* y *Onobrychis saxatilis*. Los suelos en los que se desarrolla esta comunidad corresponden a un regosol gípsicos.

Se levantó el siguiente inventario: Pedrajas de San Esteban, “Cuesta de La Serrana”, 30TUL6779, matorrales gipsófilos incluíbles en la asociación: *Lino differentis-Lepidietum subulati* (*Lepidion subulati*, *Gypsophiletalia*, *Rosmarinetea officinalis*). Altitud: 790 m asl, área 200 m², exposición SW, cobertura 60%. Características de asociación y unidades superiores: 2 *Linum suffruticosum* subsp. *differeus*, 2 *Lepidium subulatum*, 2 *Ononis tridentata*, 2 *Astragalus monspessulanus* subsp. *gypsophilus*, 2 *Salvia lavandulifolia*, + *Onobrychis saxatilis*, 2 *Lithodora fruticosa*, 1 *Coronilla mínima*, 2 *Helianthemum cinereum* subsp. *rotundifolium*, 1 *Genista scorpius*. Compañeras: 2 *Dorycnium suffruticosum*, 1 *Salsola vermiculata*, + *Matthiola fruticulosa*, 2 *Plantago albicans*. Conocemos esta comunidad de las cuestas de “La Serrana” y del Pico de La Envidia, donde se encuentran las canteras de yeso junto a Pedrajas de San Esteban (Figura 14).



Figura 14. *Lino differentis-Lepidietum subulati*, La Serrana, Pedrajas de San Esteban.

-Vegetación de los bodones

Los bodones constituyen un ecosistema natural acuático único en la Tierra de Pinares, donde se desarrollan comunidades vegetales halófilas muy específicas en función de la mayor o menor permanencia del agua. En el borde interno del bodón, crece una pradera presidida por la juncia (*Bolboschoenus maritimus*). Se trata de una fitocenosis de aspecto graminoide incluíble en la asociación *Scirpetum compacto-littoralis*, donde el grado y cobertura de la juncia se aproxima al 100%. Junto a la especie directriz de la comunidad son frecuentes *Polypogon monspeliensis*, *Eleocharis palustris* y *Alopecurus myosuroides*.

En el fondo desecado de bodones y lagunas crece una comunidad presidida por *Puccinellia fasciculata* (= *P. caespitosa*), planta característica y prácticamente única en este medio ecológico, donde caracteriza la asociación *Puccinellietum caespitosae*. Podemos señalar que esta especie bajo la denominación de *Glyceria convoluta*, fue dada por primera vez para España por Lange del “Bodón Blanco de Bocigas” –cf. Rivas Goday & al. (1956:393)- (Figura 15).



Figura 15. *Puccinellietum caespitosae*, Laguna de Caballo Alba, Villeguillo

Esta comunidad en los bodones “Blanco” y “Juncial de Bocigas” y en la Laguna de Caballo Alba de Villeguillo, presenta una cobertura del 50 al 60 %. Los suelos sobre los que se desarrolla pertenecen a los vertisoles: gleisol vértico con salinidad.

-Vegetación de los salgueros

Los salgueros se forman a lo largo de los pequeños cursos fluviales. Son suelos que se encharcan debido a la escasa pendiente. En cuanto a la vegetación, se observa en las zonas más húmedas la presencia de un juncal de pequeño porte y cobertura

densa, desarrollado sobre suelos salinos. Florísticamente este juncal queda definido por la presencia de *Juncus gerardi* y *Bupleurum tenuissimum* con los que conviven varias especies propias de la vegetación de la clase *Juncetea maritimi*. Es una comunidad de fenología primaveral-estival, llegando incluso hasta el otoño. Esta comunidad se desarrolla a lo largo del Arroyo del Hoyo entre el Llano de Olmedo y Aguasal. Los suelos corresponden a un vertisol es cálcicos con salinidad (Figura 16).



Figura 16. *Bupleuro tenuissimi-Juncetum gerardi*, Aguasal

En los salgueros también se encuentran juncales y gramadales subsalinos que requieren suelos profundos y húmedos. Las praderas juncales de gran porte siempreverdes, presentan como plantas características como el junco churrero (*Scirpoides holoschoenus*), cardo borriquero (*Cirsium pyrenaicum*) y el cardo cundidor (*Cirsium arvense*) que definen la asociación *Holoschoenetum vulgaris*.

En los términos de Aguasal y Llano de Olmedo a lo largo del Arroyo Sangurejo, en contacto con estos juncales se presentan los gramadales basófilos muy nitrificados como consecuencia del pastoreo. Como especies características destacan la grama (*Cynodon dactylon*) y el trébol fresa (*Trifolium fragiferum*), que definen la asociación *Trifolio fragiferi-Cynodontetum dactyli*. Los suelos sobre los que se desarrollan estas comunidades son vertisoles cálcicos con salinidad.

4.2. Series Edafohigrófilas

A. Serie y geoserie fluvio-alvear y fluvial castellana septentrional y oroibérica dulceacuícola ligeramente dura o dura mediterránea pluviestacional oceánica

supramediterránea seco-subhúmeda de los bosques de *Populus nigra* y *Salix neotricha*, *Salici neotrichae-Populo nigrae* sigmetum

-Faciación y geofaciación castellana septentrional dulceacuícola ligeramente dura de *Salix salviifolia*.

4.2.1. Choperas

La asociación representativa de la etapa madura o cabeza de serie es una chopera que se instala a lo largo de los ríos que recorren la zona de estudio: Cega, Eresma y Adaja. Se trata de cursos de agua que no sufren un acusado estiaje. Se presentan en el piso bioclimático supramediterráneo inferior. Esta comunidad se comporta como indiferente edáfica aunque prospera mejor como señala Navarro & al. (1987:143) en medios arcillosos ricos en bases y en aquellos en los que existe un claro aporte de aguas alcalinas. En la zona de estudio existen numerosos arroyuelos servidores de estos ríos que desaguan los salgueros y cuyas aguas están cargadas de sulfatos, nitratos y cloruros de calcio, sodio y potasio.

Estas choperas de álamo negro, se sitúan en el borde interno de la vega de inundación, por ser ríos muy encajados.

Son plantas características de esta vegetación riparia: *Populus nigra*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Salix neotricha*, *Salix viminalis*, etc.

Como ejemplo presentamos el inventario realizado en Aguasal, Río Eresma, Puente Valdaba, 30TUL6476 en una chopera con sauces instalados en el borde interno de la vega de inundación (*Populo nigrae-Salicetum neotrichae* subass. *salicetosum salviifoliae* (*Populion albae*, *Populetales albae*, *Salici purpureae-Populetea nigrae*). Altitud 720 m asl, área 100 m², exposición NE, cobertura 90%. Características de asociación y unidades superiores: 4 *Populus alba*, 2 *Populus nigra*, 2 *Fraxinus angustifolia*, 2 *Humulus lupulus*, 1 *Bryonia dioica*, 1 *Salix viminalis*, 2 *Salix neotricha*, 2 *Salix atrocinerea*, 1 *Brachypodium sylvaticum*, 1 *Ulmus minor*, 1 *Chamaeiris foetidissima*, 2 *Cucubalus baccifer*, 1 *Scrophularia scorodonia*, 2 *Galega officinalis*. Compañeras: 2 *Cornus sanguinea*, 1 *Rubus ulmifolius*, 1 *Crataegus monogyna*, 1 *Sambucus nigra*, 1 *Rosa agrestis*, 2 *Phragmites communis*, 1 *Jasminum fruticans*, 1 *Viola odorata*, 1 *Alliaria officinalis*, + *Ballota nigra*, 1 *Asparagus acutifolius*, 1 *Arctium minus* (Figura 17).



Figura 17. Chopera: *Populo nigrae-Salicetum neotrichae*, Río Eresma

4.2.2. Olmedas

Serie fluvial-ribereña castellana septentrional y oroibérica dulceacuícola dura o ligeramente dura mediterránea pluviestacional oceánica supramediterránea seco -subhúmeda de los bosques de *Ulmus minor* y *Arum cylindraceum*, *Aro cylindraceae-Ulmo minoris* sigmetum.

Las olmedas en la actualidad muy deterioradas por la acción antrópica, se desarrollan en el lecho externo de los ríos Adaja, Eresma y Cega, ocupan el borde exterior de una banda retrasada con relación al cauce y en un plano algo más alto. Por tal motivo las inundaciones son escasas.

El olmo es el elemento más representativo, al que acompañan taxones del espinal circundante como *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, etc.

Estas formaciones vegetales tienen su óptimo dentro la Tierra de Pinares en el piso supramediterráneo de ombroclima seco.

Como etapa serial más representativa se presenta un espinal correspondiente a la asociación *Rosetum micrantho-agrestis*.

La destrucción de la olmeda da paso a comunidades gramínoideas como la asociación *Festuco amplae-Agrostietum castellanae*, los típicos “ballicares”. Si aumenta la humedad, se instalan los juncales de la asociación *Cirsio-Holoschoenetum* y los gramadales de *Trifolio-Cynodontetum*.

Como ejemplo presentamos el inventario levantado en la localidad de Matapozuelos, Río Eresma, junto a la ermita de Siete Iglesias, 30TUL5388 en una olmeda en el borde externo de la vega de inundación, *Aro cylindracei-Ulmetum minoris* (*Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris*, *Populion albae*, *Populetales albae*, *Salici purpureae-Populetales nigrae*). Altitud 710 m asl, área 100 m², exposición NE, cobertura 70%. Características de asociación y unidades superiores: 3 *Ulmus minor*, 2 *Cornus sanguinea*, 1 *Arum cylindraceum*, 2 *Prunus insititia*, 2 *Clematis vitalba*, 1 *Sambucus nigra*, 1 *Bryonia dioica*, + *Cucubalus baccifer*, 1 *Crataegus monogyna*, 1 *Rosa agrestis*, 1 *Brachypodium sylvaticum*, 2 *Rubus ulmifolius*, + *Chamaeiris foetidissima*. Compañeras: 1 *Asparagus acutifolius*, 1 *Osyris alba*, 1 *Arctium minus* (Figura 18).



Figura 18. Olmeda: *Aro cylindracei-Ulmetum minoris*, Río Eresma

5. PLANTAS MEDICINALES

En este apartado hemos seleccionado una pequeña selección de plantas de interés medicinal, con sus respectivos nombres comunes más usados, que crecen espontáneamente en La Tierra de Pinares. Unas especies han sido recogidas por

nosotros al realizar el estudio botánico y otras se encuentran incluidas en la memoria doctoral del Dr. D. Daniel Gutiérrez Martín (1908) (Figura 19).

<i>Agrimonia eupatoria</i>	Agrimonia
<i>Althaea officinalis</i>	Malvavisco
<i>Arctium lappa</i>	Bardana
<i>Centaurea aspera</i>	Trabalera
<i>Crataegus monogyna</i>	Espino albar
<i>Cyanus segetum</i> (= <i>Centaurea cyanus</i> L.)	Azulejo
<i>Equisetum arvense</i>	Cola de caballo
<i>Filipendula ulmaria</i>	Ulmaria
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	Regaliz (Figura 19)
<i>Humulus lupulus</i>	Lúpulo
<i>Hyssopus officinalis</i>	Hisopo
<i>Lavandula latifolia</i>	Espliego
<i>Lepidium latifolium</i>	Lepidio
<i>Melissa officinalis</i>	Melisa
<i>Pinus pinaster</i>	Pino negral
<i>Sambucus nigra</i>	Saúco
<i>Solidago virgaurea</i>	Vara de oro



Figura 19. *Glycyrrhiza glabra*, Puente de Vadalba, Río Eresma, Llano de Olmedo

6. PLANTAS DE INTERÉS HISTÓRICO

Una de las plantas de más valor desde el punto de vista histórico que crecen en la Tierra de Pinares es, sin duda, *Rhaponticoides alpina*. Este taxon fue descrito por Lázaro-Ibiza (1900:152) como *Centaurea linaresii* de la localidad vallisoletana “Cuesta de la Maruquesa” en los alrededores de la capital. Las primeras noticias sobre el mismo se remontan a 1880, y después de numerosas pesquisas, el autor pudo observar unos dibujos realizados por el naturalista González Linares, Profesor de la Universidad de Valladolid, de la localidad ya mencionada. Con el fin de confirmar la cita, Lázaro Ibiza pidió a varios de sus discípulos vallisoletanos, que buscaran la planta en la localidad mencionada. Solo Daniel Gutiérrez Martín lo consiguió y a partir de los ejemplares proporcionados por él, fue posible la descripción. Con posterioridad el mencionado alumno recolectó esta especie en varias localidades de la Comarca de Tierra de Pinares entre ellas en el Cerro del Telégrafo en el término municipal de Olmedo. Me atrevería a señalar que a partir ese momento, se despertó en Gutiérrez Martín su afición por la ciencia botánica. (Figura 20).

Lázaro Ibiza dedicó esta planta a su buen amigo González Linares bajo el nombre de *Centaurea linaresii*.



Figura 20. *Rhaponticoides alpina* (= *Centaurea linaresii*)

7. BREVE COMENTARIO SOBRE LA OBRA DEL DR. GUTIÉRREZ MARTÍN

Al estudiar la flora y vegetación de la Tierra de Pinares es imprescindible consultar la memoria doctoral titulada *Apuntes para la flora del Partido Judicial de Olmedo é indicación de los usos medicinales que algunas plantas reciben*, realizada por el Dr. Daniel Gutiérrez Martín, botánico y farmacéutico natural de la villa de Olmedo. Fue leída el 15 de noviembre de 1904, siendo calificada de “sobresaliente” por el tribunal censor, compuesto por los profesores: Dr. D Julián Casaña y Leonardo, catedrático de Historia crítica de la Farmacia, como presidente; como vocales actuaron el Dr. D. José Rodríguez Carracido, catedrático de Química Biológica, el Dr. D. Blas Lázaro Ibiza, catedrático de Botánica Descriptiva, el Dr. D. Baldomero Bonet Bonet , catedrático de Química Orgánica y, como secretario, el Dr. D. Francisco de Castro y Pascual, catedrático de Microbiología (Figura 21). La memoria fue publicada en Ávila en 1908 (Gutiérrez Martín, 1908) donde ejerció la profesión de farmacéutico con oficina de farmacia.

Dividió el estudio en dos partes: una general, que comprendía: situación y límites, hidrografía, orografía, climatología, estepa, vegetación y botánicos que le precedieron y otra enumerativa en la que se relacionan las especies siguiendo el orden de exposición del *Compendio de Flora Española* de su maestro el Dr. Lázaro Ibiza.



Figura 21. Tribunal encargado de juzgar la tesis doctoral de D. Daniel Gutiérrez Martín

Son numerosos los taxones propuestos por el botánico D. Carlos Pau teniendo como base las plantas recogidas por el Dr. Daniel Gutiérrez; hasta el momento solo ha sido ampliamente admitido el taxon *Centranthus calcitrapae* var. *gutierrezii* Pau (Figura 22); finalmente el autor incluye un apéndice dedicado a las plantas cultivadas en el partido judicial de Olmedo.

Planta recolectada por el Dr. Gutiérrez Martín



Figura 22. *Centranthus calcitrapa* var. *gutierrezii* Pau.

8. RUTAS BOTÁNICAS

Para poder conocer los distintos ecosistemas vegetales que se encuentran en la zona de estudio, hemos creído necesario señalar unas rutas que partiendo de Olmedo nos permitan conocer los lugares con mayor interés medioambiental de la Tierra de Pinares.

La ruta suroeste, comprende la visita a los pinares desarrollados sobre los arenales, situados al oeste entre la villa de Olmedo y Pozal de Gallinas. Recomendamos recorrer los bodones Blanco y Juncial del término de Bocigas, así como la Laguna de Caballo Alba en el término de Villeguillo. Se completará la ruta visitando los salgueros existentes a lo largo del Arroyo de Sangurejo entre los municipios de Llano de Olmedo y Aguasal.

La ruta este, nos permitirá recorrer la campiña de Olmedo y Pedrajas de San Esteban. Es necesario visitar la Cuesta del Telégrafo y subir al Páramo de las Campaneras, desprovisto de vegetación natural y sustituidos por cultivos agrícolas. Posteriormente bajaremos al río Eresma en el puente de Valdaba, donde se desarrolla la vegetación de ribera formada por choperas y olmedas en función de su proximidad al curso de agua. Tendremos la oportunidad de contemplar una planta medicinal muy escasa en el territorio, la galega (*Galega officinalis*). Para completar la ruta es necesario visitar el Pinar del Llano entre Iscar y Portillo donde el pinar comparte la nicho ecológico con la sabina albar.

ESQUEMA SINTAXONÓMICO DE LA TIERRA DE PINARES (VALLADOLID)

JUNCETEA MARITIMI Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

Juncetalia matitimi Br.-Bl. ex Horvatic 1934

Juncion matitimi Br.-Bl. ex Horvatic 1934

Puccinellion caespitosae Rivas-Martínez in Rivas-Martínez & Costa 1076

1. *Puccinellietum caespitosae* Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano & Rivas-Martínez 1956 (incl. *Aeluropo- Puccinellietum fasciculatae* (Rivas Goday 1955) Rivas-Martínez & Costa 1976)
2. *Bupleuro tenuissimi-Juncetum gerardii* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez & Costa 1976

PHRAGMITO-MANOCARICETEA Kikla & Novák 1941

Scirpetalia compacti Hejný in Holub, Hejný, Moravec & Neuhäusl 1967
corr. Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Scirpion compacti Dahl & Hadac 1941 corr. Rivas-Martínez, Costa,
Castroviejo & E. Valdés 1980

3. *Scirpetum compacto-littoralis* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Negrè 1952) corr.
Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

STELLARIETEA MEDIAE Tüxen. Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951

STELLARIENEA MEDIAE

Centauretalia cyani Tüxen ex von Rochow 1951

Roemerion hybridae BR.-Bl ex Rivas-Martínez, Fernández-González &
Loidi 1999

4. *Roemerio hybridae-Hypecoetum penduli* Br.- Bl., & O. Bolós 1954 (incl.
Polygono avicularis-Nigelletum gallicae Burgaz & F. Saiz 1989)

5. *Veronico triphylli-Cerastietum dichotomi* Rivas-Martínez, S. & C. Rivas-
Martínez 1970

Aperetalia spica-venti Tüxen & Tüxen in Malato-Beliz, J. Tüxen & Tüxen 1960

Scleranthion annui (Kruseman & Vlieger 1939)Sissingh in Westhoff, Dijk &
Passchier 1946(*Aphanion arvensis* Malato-Beliz , J. Tüxen & Tüxen 1960)

6. *Miboro minimae-Arabidopsietum thalianae* S. & C. Rivas-Martínez 1970

7. *Campanulo lusitanicae-Linarietum saxatilis* Burgaz & F. Saiz 1989

Solano nigri-Polygonetalia convolvuli (Sissingh in Westhoff, Dijk &
Passchier 1946) O. Bolós 1962

Diplotaxion eruroidis Br.-Bl in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936

8. *Heliotropio europaei-Amaranthesium albi* Rivas Goday 1964 (incl. *Tribulo*
terrestris-Heliotropietum europaei y subass. *de Mollugo cerviana* Rivas Goday
1955)

9. *Atriplici roseae-Salsoletum ruthenicae* Rivas-Martínez 1978

CHENOPODIO-STELLARIENEA Rivas Goday 1956

Thero-Brometalia (Rivas Goday & Rivas-Martínez ex Esteve 1973) O. Bolós
1975

Alyso granatensis- Brassicion barrelieri Rivas-Martínez & Izco 1977

10. *Rhynchosinapio hispidae- Brassicetum barrelieri* Rivas-Martínez & Izco 1977

STIPO GIGANTEAE-AGROSTIETEA CASTELLANAE Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

Agrostietalia castellanae Rivas Goday in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Agrostio castellanae-Stipion giganteae Rivas Goday ex Rivas-Martínez & Fernández-González 1991

11. *Arrhenathero baetici-Stipetum giganteae* Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986

12. *Centaureo ornatae-Stipetum lagascae* Rivas-Martínez & Fernández-González 1991

MOLINIO-ARRHENETHEREAE Tüxen 1937

Holoschoenetalia vulgaris Br.-Bl ex

Molinio- Holoschoenion vulgaris Br.-Bl. ex Tchou 1948

13. *Holoschoenetum vulgaris* Br.-Bl. ex Tchou 1948 (*Cirsio monspessulani- Holoschoenetum vulgaris* Br.-Bl. 1931)

Plantaginetalia majoris Tüxen & Preising in Tüxen 1950

Trifolio fragiferi- Cynodontion Br.-Bl & O. Bolós 1958

14. *Trifolio fragiferi-Cynodontetum dactyli* Br.-Bl & O. Bolós 1958

HELIANTHEMETEA GUTTATI (Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1978.

Malcolmietalia Rivas Goday 1958

Corynephoro-Malcolmion patulae Rivas Goday 1958

15. *Loeflingio hispanicae- Malcolmietum patulae* Rivas Goday 1958 (incl. ass. *Malcolmia patula et Chrysanthemum pulverulentum* Rivas Goday 1958)

ROSMARINETEA OFFICINALIS Rivas-Martínez, S.T.E. Díaz, F. Fernández González, Izco, Loidi, Lousâ & Penas 2002

Rosmarinetalia officinalis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Sideritido incanae-Salvion lavandulifoliae (Rivas Goday & Rivas-

Martínez 1968) Izco & Molina 1989

Xero-Aphyllanthenion Rivas Goday & Rivas-Martínez 1969 em. Izco & Molina 1989

16. *Lino differentis-Salvietum lavandulifoliae* Rivas Goday & Rivas-Martínez 1968

Gypsophyileta Bellot & Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957

Lepidion subulati Bellot & Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957

Lepidenion subulati

17. *Lino differentis-Lepidietum subulati* Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957 corr. Rivas-Martínez, T. E. Díaz, F. Fernández-González, J. Izco, J. Loidi, M. Lousá & A. Penas 2002.

CYTISETEA SCOPARIO- STRIATI Rivas Martínez 1975

Cytisetalia scopario-striati Rivas-Martínez 1975

Retamion spherocarpae Rivas-Martínez 1981

18. *Lavandulo pedunculatae-Adenocarpetum aurei* Rivas-Martínez 1968

QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. & O. Bolós 1950

Quercetalia ilicis BR.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martínez 1975

Quercion broteroi Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956 em. Rivas-Martínez 1975 corr. Ladero 1974

Quercenion rotundifoliae Rivas Goday, Borja, Esteve, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1959 em. Rivas-Martínez 1975

19. *Junipero thuriferae-Quercetum rotundifoliae* Rivas-Martínez 1987 (*Quercetum rotundifoliae thuriferetosum* Rivas Goday, Borja, Esteve, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1960; *Junipero thuriferae-Quercetum rotundifoliae* Rivas-Martínez 1982)

Paeonio broteroi-Quercenion rotundifoliae Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa & Izco 1986

20. *Junipero lagunae-Quercetum rotundifoliae* Rivas Goday ex 1965 corr. Rivas-Martínez 2011 (*Junipero oxycedri-Quercetum rotundifoliae* Rivas-Martínez 1965)

SALICI PURPUREAE- POPULETALIA NIGRAE (Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 2001

Populeta albae Br.-Bl. ex Tchou 1948

Alnion glutinosae Pawloski in Pawloski, Sokolowski & Wallisch 1928

Populenion albae

21. *Salici neotrichae-Populetum nigrae* T.E. Díaz & Penas ex Rivas-Martínez & Cantó 2002 (*Populo nigrae-Salicetum neotrichae* Rivas-Martínez & Cantó in T.E. Díaz & Penas 1987, *Populo nigrae-Salicetum neotrichae salicetosum salvifoliae* T.E. Díaz & Penas 1987)

Fraxino angustifoliae- Ulmenion minoris Rivas-Martínez 1975

22. *Aro cylindraceae- Ulmetum minoris* T.E. Díaz, Andrés, Llamas, Herrero & D. Fernández 1987 in Rivas-Martínez, T. E. Díaz, F. Fernández-González, Izco, Loidi, Lousâ & Penas 2002 (*Aro maculati Ulmetum minoris* T. E. Díaz, Andrés, Llamas, Herrero & D. Fernández 1987)

8. RUTAS BOTÁNICAS

1. Burgaz, AR., Saiz F. Estudio fenológico de las comunidades arvenses cerealistas de Tierra de Pinares (Valladolid, España). *Bot. Complutensis*, 1989; 15: 127-147.
2. Castroviejo S, et al. Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. R. Jard. Bot. CSIC, Madrid. 1986.
3. Gutiérrez Martín D. Apuntes para la flora del partido judicial de Olmedo é indicación de los usos medicinales que algunas plantas reciben. 136 pp. Ávila. 1908.
4. Lázaro Ibiza B. Contribuciones a la flora de la Península Ibérica. Notas críticas acerca de la flora española (Segunda serie). *Anales Soc Esp Hist Nat*. 1900; 29(1-2): 125-176.
5. Navarro F, et al. Estudio fitosociológico de las saucedas salmantinas y zamoranas. *Publicaciones de la Universidad de La Laguna (V Jornadas de Fitosociología)*: 137-148. 1987.
6. Hernández Pacheco E. Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Com. Invest. Paleontol. Prehist.* 1915; 5: 1-295.
7. IGME Mapa geológico de España: 428. Olmedo, E. 1/50.000. Ed. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. 1982.
8. IGME Mapa geológico de España: 400. Portillo, E. 1/50.000. Ed. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. 1982.
9. Rivas Goday S. Nuevos ordenes y alianzas de *Helianthemetea annuae* Br. Bl. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 1958; 15: 539-651.
10. Rivas Goday S, Borja J, Monasterio A,; Galiano EF, Rivas-Martínez S. Aportaciones a la fitosociología hispánica (nota I). *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 1956; 13: 335-422.

11. Rivas Goday S, Borja J, Monasterio A, Galiano EF; Rigual A, Rivas-Martínez. Aportaciones a la Fitosociología hispánica (nota 2). *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 1957; 14: 435-500.
12. Rivas Goday S, Rivas-Martínez S.: Matorrales y tomillares de la Península Ibérica comprendidos en la clase Ononido-Rosmarinetea Br.-Bl. 1947. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 1968; 25: 1-297.
13. Rivas-Martínez S. Los jarales de la Cordillera Central. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1968; 7(2): 1033-1082.
14. Rivas-Martínez S. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del mapa de vegetación potencial de España, Parte I). *Itinera Geobot.* 2007; 17: 1-435.
15. Rivas-Martínez S, *et al.* Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del mapa de vegetación potencial de España, parte II). *Itinera Geobot.* 2011;18(1): 5-424.
16. Tutin TG, Heywood, VH, Burges NA, Moore DM, Valentine D.H, Walters, SM, Webb DA. *Flora Europaea*, 5 vols. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 1964-1980.

ESTUDIO 9

Utilización de las aguas del balneario Villa de Olmedo

Title in English: *Use of mineral waters at Villa de Olmedo spa*

Josefina San Martín Bacaicoa

Catedrática Emérita de la UCM, Académica Correspondiente de la RANF, jsanmarb@ucm.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 81, Special Issue (2015) pp. 145-163.

RESUMEN	ABSTRACT
<p>Se exponen aspectos generales del Balneario Villa de Olmedo (Valladolid), modernas instalaciones dentro de un edificio antiguo, y se hace referencia a las posibles acciones sobre el organismo humano de sus aguas, que son: hipotermas, de mineralización fuerte, clorurado sódicas, muy blandas. Se indican los programas que se ofrecen y las técnicas utilizadas, según información suministrada por el balneario</p>	<p>General aspects of this singular ancient building with modern installations at the Villa de Olmedo Spa (Valladolid) will be exposed. The mineral water used at this Spa and its possible actions on the human body will be indicated. These waters are hypothermal, have a strong mineralization, mostly with sodium chloride, and are very soft. The programmes offered, and the techniques used will be indicated according to the information supplied.</p>
<p>Palabras clave: Aguas mineromedicinales; Balnearios; Balneario Villa de Olmedo (Valladolid).</p>	<p>Keywords: Mineral waters; Spas; Balneario Villa de Olmedo (Valladolid)..</p>

1. INTRODUCCIÓN

El Hotel Balneario Villa de Olmedo está situado en la zona sur de la provincia de Valladolid en el municipio de Olmedo a una altitud de unos 780 m en la comarca Tierra de Pinares, entre los ríos Eresma y Adaja.

El municipio de Olmedo ha sido incluido en la Red Natura 2000 como Lugar de Interés Comunitario por sus recursos naturales, conservación de su flora y fauna, actividad ganadera y agrícola siguiendo el Código de buenas prácticas agrarias de Castilla y León.



Figura 1. Vista general del Hotel-Balneario Villa de Olmedo.

El Hotel Balneario Villa de Olmedo está construido extramuros de la ciudad de Olmedo, sobre las ruinas del edificio mudéjar de ladrillo y adobe del s. XII que fue el Monasterio de Sancti Spiritus, convento de monjas de clausura de la Orden del Cister. Consta de un conjunto de tres edificios en el que se combinan perfectamente la antigüedad del convento, de estilo mudéjar vallisoletano, con las modernas edificaciones integradas en el conjunto, tanto en el exterior como en el confortable interior, convirtiéndolo en el primer balneario de cuatro estrellas de Castilla y León.

Algunas de las habitaciones del hotel están ubicadas en las antiguas celdas del convento que fueron ocupadas, siglos atrás, por personalidades históricas como Doña Juana “La Loca” y por Doña Teresa Dávila de Ahumada, la monja viajera, Santa Teresa de Jesús (1,2).

La Iglesia del Convento está hoy convertida en zona de entrada al hotel y sala de estar de los huéspedes del Hotel-Balneario, para el asombro y deleite de los usuarios. (Figura 2).



Figura 2. Zona de entrada al Balneario.

El Claustro del convento, llamado ahora Claustro Termal, está ocupado por una gran piscina lúdica con modernas instalaciones de jacuzzis, camas y asientos con masaje de burbujas, chorros, cortinas de agua y zonas de reposo. (Figura 3) Ésta piscina interior comunica con una piscina exterior de menor tamaño.



Figura 3. Claustro Termal.



Figura 4. Patio Mudéjar.

Desde aquí se accede al Patio Mudéjar (Figura 4) en donde se ubica la zona de contrastes, con sauna, pozas de agua caliente y fría, duchas bitérmicas y de esencias, baño de vapor (Hamman), sala de reposo para el descanso con chimenea natural.

EL Patio Porticado separa y conecta a la vez con la zona dedicada a los restaurantes, “Restaurante el Hontanar”, la “Cafetería del Convento” y “La Bodeguita” donde se puede disfrutar de la variada carta y menús acompañados de los mejores vinos de Rueda.

El Hotel tiene 82 habitaciones, bien equipadas. algunas de ellas acondicionadas para discapacitados.

El hotel cuenta además con cinco salones para la celebración de eventos, congresos, convenciones, reuniones, banquetes, etc., biblioteca, rincón de Internet, sala de juegos para niños, piscina exterior, solarium, paddle, gimnasio, aparcamiento y jardines privados.

La empresa HOSTELTUR cuyo responsable es D. Roberto García González, promotor, presidente y principal accionista, tiene gran experiencia en este campo. La Empresa hoy con el nombre de CASTILLA TERMAL, S. L. se constituyó en Noviembre de 2006, si bien inició su desarrollo en 2005 con la inauguración del Hotel Balneario Villa de Olmedo, de cuatro estrellas, calificado con la Q de calidad turística.

Para el mejor funcionamiento de todo el conjunto de modernas instalaciones han incorporado una caldera de biomasa con capacidad energética de 600 Kw, convirtiéndose así en uno de los hoteles pioneros en la reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera.

2. LAS AGUAS DEL BALNEARIO VILLA DE OLMEDO

Las aguas utilizadas en el Hotel-Balneario Villa de Olmedo proceden de un pozo, situado en el jardín del hotel-balneario, existente en la antigua huerta del convento, un sondeo practicado a una profundidad de 234 metros y con un caudal de 8 l/s.

El agua de este sondeo denominado “Sancti Spiritus” situado en el término municipal de Olmedo (Valladolid) **fue declarada como agua “termal y mineromedicinal” con destino a usos terapéuticos, por Orden dictada el 9 de junio de 2005**, por el Consejero de Economía y Empleo de la Comunidad de Castilla y León y publicado en el **Boletín Oficial de la Provincia de Valladolid**.

Anuncio del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León en Valladolid. Sección de Minas, relativo a la Declaración de “Termal y Mineromedicinal” del agua procedente del sondeo “Sancti Spiritus” situado en el término municipal de Olmedo (Valladolid)

...

Lo que se hace público conforme a lo previsto en el art. 24.4 de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas y en el art. 39.4 del Reglamento General para el Régimen de la Minería (R. D. 2857/1978, de 25 de agosto)

Valladolid, 14 de febrero de 2006. -El Jefe del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo. Marceliano Herrero Sinovas. (3)

Para completar el reconocimiento de este agua del Balneario Villa de Olmedo, el Ministerio de Educación y Ciencia con el IGME encomendó a la Sociedad de Investigación y Explotación Minero de Castilla y León, S.A., SIEMCALSA, un “Estudio y evaluación del potencial Hidromineral de Castilla y León” y se publicó una FICHA RESUMEN DE EXPLOTACIONES ACTIVAS sobre el Balneario Villa de Olmedo. Paraje Convento Sancti Spiritus Nº 292.(4)

En esta publicación del Ministerio de Educación y Ciencia sobre el Sondeo Sancti Spiritus se indica que el caudal es de 8 l/s, y en los datos Administrativos se señala Declaración: Minero-med y termal. Perímetro de protección pendiente de declaración. El Dr. D. Antonio López Getta (5) en su intervención en la Mesa Redonda sobre el Balneario de Villa de Olmedo, celebrada en la RANF el día 6 de marzo de 2014

señaló que había sido ya establecido el Perímetro de Protección por el IGME para el sondeo Sancti Spiritus, Bº Villa de Olmedo. En esa misma publicación se incluye el análisis de las aguas del sondeo, realizado por los Laboratorios ANALIZAGUA, S.L. Valladolid

El agua ha sido calificada de termal que no significa que sea de temperatura elevada sino que tiene temperatura propia, superior en cuatro grados C a la temperatura media anual del lugar donde alumbra (Ley de Minas), la temperatura del agua del sondeo es 21,5 ° C

Según lo establecido en el artículo 24.3 de la Ley de Minas de 1973 (Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas) y en el artículo 29.3 del Real Decreto 2857/1978 de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería, “cuando se trate de clasificar las aguas como minero-medicinales, previamente a la propuesta se remitirán las actuaciones al Ministerio de Sanidad y Seguridad Social para que emita informe que será vinculante” y dicha clasificación implicará su declaración de Utilidad Pública. (6,7)

La resolución ministerial se comunicará a los interesados y se publicará en el Boletín Oficial del Estado y en el de la provincia, ahora en la Comunidad Autónoma, correspondiente.

La acción terapéutica debe demostrarse mediante casuísticas numerosas y significativas y en el caso de nuevos registros a través de estudios farmacológicos, farmacocinéticos y clínicos, debidamente controlados.

Los ensayos clínicos deberían hacerse a pié de manantial, en el propio balneario, y esto entraña una gran dificultad ya que de ordinario, se carece de equipos y personal adecuado para realizar el estudio.

3. COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS

Estas aguas han sido declaradas como “mineromedicinales y termales” con destino a usos terapéuticos.

Las aguas mineromedicinales son consideradas medicamentos y la principal condición exigida a un agua para ser incluida entre las aguas dotadas de propiedades que les confieren actividad terapéutica o beneficiosa para la salud es la constancia de composición en todas sus características: físicas, físico-químicas, químicas e incluso microbiológicas. (se acepta una variación de $\pm 20\%$) (8).

En la sesión científica celebrada el 6 de marzo 2014 en esta Real Academia Nacional de Farmacia dedicada al Balneario Villa de Olmedo la Prof. Esperanza Torija (9) presentó los resultados de los análisis de las aguas practicados por ella y sus

colaboradores, clasificándolas como aguas **hipotermales, de mineralización fuerte, cloruradas sódicas, muy blandas.**

Los resultados analíticos presentados son equiparables a otros practicados recientemente (10,11) con ligeras diferencias ($\pm 20\%$) en sus características físicas, físico-químicas, aniones y cationes mayoritarios. En uno de los elementos minoritarios, fluoruros, existe discrepancia en la concentración expresada en los análisis: 5 mg/L, 6,3 mg/l y 0,3 mg/L; hemos advertido al analista discrepante y señala que puede ser debido a la técnica utilizada en la determinación de los fluoruros.

4. UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS – VÍAS DE ADMINISTRACIÓN Y POSIBLES ACCIONES SOBRE EL ORGANISMO

La **vía tópica** es la principal vía de administración de las aguas del Balneario Villa de Olmedo, como es habitual en otros balnearios de aguas cloruradas, aunque también, son administrables por **vía oral**, en particular las de baja mineralización o debidamente diluidas.

Las aguas cloruradas debidamente administradas se comportan como estimulantes de múltiples funciones orgánicas: funciones celulares, trofismo tisular, actividad secretoria, metabolismo, etc. Se las considera como modificadoras del terreno, con posibilidad de aumentar la capacidad de respuesta orgánica del individuo. Tales efectos son en gran parte dependientes de la concentración de cloruros en el agua y de la vía de administración. Tal comportamiento no es de fácil justificación si se considera que la utilización preferente de estas aguas cloruradas es en aplicaciones tópicas.

La ingestión del agua clorurada produce efectos directos en el aparato digestivo. Se comporta como estimulante de la secreción clorhídrica y motilidad gástrica, siendo también estimulante de la biliar y de la secreción y motilidad intestinal, disminuyendo la flora entérica. La posible absorción de las aguas cloruradas administradas por vía oral es dependiente de su tonicidad. Con aguas hipotónicas se puede obtener incluso efectos diuréticos si la cantidad de agua administrada es suficiente; esta respuesta disminuye conforme se acerca la mineralización a la isotonía, llegándose a producir efectos contrarios con las aguas hipertónicas que atraen el agua al intestino y se comportan como purgantes. (12)

Recordaremos, en este momento, el interés actual y la importancia de la intervención de las acuaporinas (AQPs) en los procesos del control del agua en el organismo. Estas proteínas que facilitan el transporte de agua a través de las membranas biológicas, están involucradas no solamente a nivel renal (AQP1, AQP2 y otras), sino también en otras regiones, como la AQP4 (abundante en regiones

osmosensibles, núcleo SO del hipotálamo, región que rodea las neuronas secretoras de ADH), o las AQP0, AQP8, AQP9 (acuagliceroporinas) que influyen en los mecanismos de producción y secreción de la bilis. (13,14)

Las aguas de Villa de Olmedo son hipotónicas y podrían ser administradas por vía oral, pero es mínima su utilización por esta vía, solo en uno de los programas de seis días ofrecidos por el balneario, en el “Programa Respiratorio” se menciona la “cura hidropínica” además de las inhalaciones para el tratamiento de afecciones respiratorias.

Por lo que respecta a la administración de esta agua por vía oral y en consideración a la cantidad de fluoruros que según los análisis realizados contiene, debemos recordar que los fluoruros en el agua son esenciales para la prevención de la caries sobre todo en niños y que el exceso de fluoruros puede dar lugar a dientes moteados y a problemas de fluorosis.

Son muy estrechos los márgenes entre lo beneficioso y lo perjudicial. La OMS recomienda valor de referencia **1,5 mg/L de fluoruros en el agua y se advierte del peligro como bebida habitual del agua que contenga por encima de 4 mg/L de fluoruros**. La ingesta ocasional de agua con esa concentración e incluso mayor, **no se ha de considerar peligrosa**. (15,16)

Las concentraciones de fluoruros de las aguas del balneario Villa de Olmedo no tienen significación alguna, ni siquiera terapéutica, ya que se ingieren de forma ocasional, la cura hidropínica solamente figura en uno de los programas de seis días.

4.1. Vía tópica

Como ya hemos señalado la vía tópica es la principal vía de administración de las aguas del Balneario Villa de Olmedo.

En las aplicaciones tópicas, en forma de **baños locales, parciales y generales, duchas y chorros** en todas sus modalidades, cualquiera que sea la técnica utilizada, las aguas cloruradas actúan como estimulantes generales del organismo.

La temperatura de aplicación de las técnicas puede ser muy variada y en el caso de las aguas de este balneario Villa de Olmedo ha de ser acondicionada a la temperatura de aplicación ya que son hipotermas (21,7 °C temperatura del sondeo), y algunas técnicas se aplican a temperatura más elevada.

La aplicación de las **duchas y/o chorros** 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 acomodada a la situación del paciente, al proceso a tratar y a la respuesta individual. La prescripción ha de ser siempre individualizada incluso en las técnicas combinadas como baños con hidromasaje o con burbujas.

Las aplicaciones de **baños generales** se pueden hacer en bañera individual o en piscina. Cuando son individuales en bañera, los efectos predominantes son los derivados de la composición química del agua, añadidos a los térmicos. Si se realizan a temperatura cercana a la indiferencia (35-37°C) o ligeramente superior se obtienen como principales efectos, analgesia, vasodilatación periférica con la consiguiente activación de la circulación, relajación de la musculatura y mejoría del trofismo celular. Se comportan como sedantes del sistema nervioso por atenuar o abolir la sensibilidad de los receptores periféricos, con la consiguiente repercusión sobre los centros moduladores del dolor y liberadores de sustancias endorfinas.

Las aplicaciones de baños generales y duchas locales con aguas cloruradas pueden mejorar la irrigación y el trofismo de la piel y podrían ser útiles en eccemas, psoriasis, acné y también en secuelas de quemaduras, cicatrices hipertróficas, etc.

Si la inmersión se hace en tanques o piscinas los efectos más destacados son los derivados de factores físicos, térmicos y mecánicos, hidrostáticos e hidrodinámicos que condicionan la facilitación o la dificultad del movimiento dentro del agua. **La balneocinesiterapia o terapia por el movimiento dentro del agua** constituye una de las técnicas más sofisticadas, más eficaces y de primer orden en la recuperación funcional de procesos de aparato locomotor.

No nos detendremos en exponer los aspectos relacionados con cada uno de los factores actuantes en la balneocinesiterapia, que han sido expuestas en otras publicaciones anteriores y a las que les remito, (17,18).

En general la hidrocinesiterapia es bien tolerada, pero sí quiero llamar la atención sobre la necesidad de una estrecha vigilancia de las personas sometidas a estos tratamientos por su repercusión en la situación cardiorespiratoria del usuario.

Por la acción directa de la presión hidrostática, que produce compresión sobre el sistema venoso, las cavidades corporales y el diafragma, se facilita la circulación de retorno y obliga a una mayor actividad cardíaca; estas acciones son más acusadas si el individuo está en posición de pie en la piscina.

Esta situación es de gran utilidad en las personas con pequeñas varices y es fácilmente superada en personas normales, pero en personas mayores con grandes dilataciones varicosas o con un corazón insuficiente, pacientes con enfermedad respiratoria o cardíaca, puede ser **causa de disnea y opresión en los baños e incluso provocar un fallo cardíaco.** (19,20,21)

4.2. Indicaciones de la balneocinesiterapia

Las principales indicaciones de la balneocinesiterapia están en la recuperación funcional de afecciones de aparato locomotor, bien sean afecciones reumáticas crónicas degenerativas, lesiones postraumáticas o recuperación de intervenciones quirúrgicas osteoarticulares, algias posturales y/o mecánicas etc., en los que las manifestaciones clínicas más frecuentes son: dolor, contractura muscular con limitación más o menos acusada de la movilidad articular.

Algunos procesos neurológicos de origen central y periférico podrían beneficiarse además de la facilidad de movilización dentro del agua, por los estímulos exteroceptivos que permiten mejorar el esquema corporal y el sentido del equilibrio. Tanto la prescripción médica como la atención al paciente durante el tratamiento ha de ser personal e individualizada.

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, en la denominada “patología de la civilización” sin olvidar la beneficiosa acción sobre las personas que desean mantenerse en forma física o evitar los nefastos efectos de la vida sedentaria y estresada.

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. (22,23)

4.3. Contraindicaciones

Las principales indicaciones de la balneocinesiterapia están en la recuperación funcional de afecciones de aparato locomotor, bien sean afecciones reumáticas crónicas degenerativas, lesiones postraumáticas o recuperación de intervenciones quirúrgicas osteoarticulares, algias posturales y/o mecánicas etc., en los que las manifestaciones clínicas más frecuentes son: dolor, contractura muscular con limitación más o menos acusada de la movilidad articular.

Algunos procesos neurológicos de origen central y periférico podrían beneficiarse además de la facilidad de movilización dentro del agua, por los estímulos exteroceptivos que permiten mejorar el esquema corporal y el sentido del equilibrio. Tanto la prescripción médica como la atención al paciente durante el tratamiento ha de ser personal e individualizada.

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, en la denominada “patología de la civilización” sin olvidar la

beneficiosa acción sobre las personas que desean mantenerse en forma física o evitar los nefastos efectos de la vida sedentaria y estresada.

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. (22,23).

4.4. Otros factores actuantes en la cura balnearia

La cura balnearia es un agente estresante capaz de producir una estimulación inespecífica determinante de un estado de mayor resistencia.

En el resultado beneficioso final de la cura balnearia hay que considerar la acción global de diferentes factores que actúan simultáneamente: agua, mineralización, técnicas utilizadas, circunstancias climáticas y ambientales favorables o no, que pueden tener diferente resultado según la sensibilidad individual.

Entre los factores coadyuvantes podemos señalar la ruptura con la actividad habitual, tranquilidad y belleza del entorno, regulación del ritmo de vida, del ejercicio y el reposo, el sueño, el descanso, la pauta dietética, atención individualizada del tratamiento, amabilidad del personal sanitario y hotelero, actividades sociales, etc., todo ello se integra en un conjunto operante capaz de aliviar las manifestaciones de trastornos orgánicos y/o psicofuncionales que contribuyen al logro de un resultado final satisfactorio del tratamiento balneario; de manera especial coadyuva la acción directa del médico, del fisioterapeuta y del resto del equipo que atiende al paciente, con los que se puede establecer una estrecha relación para un mejor resultado de la terapia. (25)

4.5. Programas de tratamiento que ofrece el balneario y técnicas utilizadas

En nuestra visita al Hotel Balneario Villa de Olmedo y conversaciones con el Director y Director médico, pedí información referente a las actividades realizadas en el balneario; instalaciones, usuarios (procedencia, edad, sexo,) patologías más frecuentes, técnicas aplicadas, resultados obtenidos, evolución de los pacientes, etc., desde su inicio en 2006 hasta la actualidad, así como fotografías de instalaciones y técnicas.

La dirección del Hotel Balneario atendiendo a mi solicitud envió información sobre programas de tratamientos Castilla Termal 2013 y datos referentes al número total de usuarios en el año 2012, y distribución en los diferentes programas y subprogramas por sexo y grupos de edades (20/30 años, 30/40, 40/50, 50/60 y

mayores de 60 años) de cada uno de los meses. No he recibido fotografías para poder ilustrar sobre las técnicas utilizadas. (26,27)

El balneario ofrece **Programas de 2, 3, 4 y 6 días**; cada uno de ellos se subdivide en varios subprogramas en los que se incluyen técnicas que son muy variadas y combinadas en cada uno de los distintos programas.

Los programas de 2,3 y 4 días van dirigidos al relax, a combatir el estrés y enfocados especialmente a la belleza. Los programas de 6 días, aunque cortos pueden ser considerados terapéuticos.

La estética ocupa una gran parte de la actividad del balneario.

Las **técnicas utilizadas**, algunas hidroterápicas y/o crenoterápicas, otras complementarias o enfocadas a la estética, relax y bienestar son entre otras: Cura hidropínica, inhalaciones, aerosoles, fisioterapia respiratoria; **Baños** en distintas modalidades de burbujas, hidromasaje solo o con aditamentos, esencia de azahar, de romero, de algas; **Chorros** a presión, Ducha circular, Masaje bajo ducha; **Balneocinesiterapia** en piscina.



Figura 5 . Piscina interior para la reeducación funcional.

Gran piscina lúdica con modernas instalaciones de jacuzzis, camas y asientos con masaje de burbujas, chorros, cortinas de agua y zonas de reposo. Esta piscina comunica con una piscina exterior de menor tamaño.

En el Patio Mudejar se ubican la zona de contrastes, sauna, zonas de agua caliente y fría, baño de vapor (Hamman) y otros con sala de reposo para el descanso.

Parafangos, envoltura de limos; **Técnicas complementarias**: masajes locales y generales, presoterapia, drenaje linfático, reflexología podal, terapia geotermal (Figura 6); **Tratamientos faciales y corporales** enfocados a la estética, belleza: peeling y envolvimientos variados, etc. etc.



Figura 6.- Terapia geotermal.

Para mostrar la variedad de técnicas utilizadas en esos programas cortos, ponemos como ejemplo dos de los **programas de 2 días**.

Los Programas de 2 días incluyen:

Programa relax, programa especial parejas, programa antiestrés, programa belleza hombre y mujer, futuras mamás

Programa relax :

Día 1: Baños de burbujas con esencias de azahar. Chorro a presión. Masaje local de relajación

Día 2: Ducha circular. Envoltura de limos. Masaje local de relajación

Programa belleza Hombre y Mujer:

Día 1: Ritual antioxidante con vino compuesto por peeling corporal de pepitas de uva, baño hidrotermal de uva roja y masaje total antiaging

Día 2: Bañera de burbujas con algas. Tratamiento facial personalizado

Programas de 3 días: Programa relax, programa especial parejas, programa antiestrés, programa puesta a punto hombre y mujer, programas nuevas mamás y bebés

Programas de 4 días: Programa relax a diario

Programas de 6 días

Los programas de seis días corresponden a tratamiento de algún tipo de patología: adelgazamiento, antiestrés, osteoarticular y respiratorio. Todos los

programas de seis días incluyen consulta médica con diagnóstico y prescripción de tratamientos.

1 - Programa de Adelgazamiento

2 - Programa Antiestrés

3 - Programa Osteoarticular

4 - Programa Respiratorio

Programa de Adelgazamiento

El médico Dr. Luis Alberto Morante Zamorano es el responsable y se ocupa especialmente del programa de adelgazamiento: informe médico con valoración de la evolución del peso corporal, masa grasa y contornos corporales durante la estancia y prescripción de dieta y recomendaciones dietéticas para seguir en el domicilio

Se aplican muy variadas técnicas cada día:

Día 1: Peeling corporal oriental. Bañera de hidromasaje, presoterapia y masaje reafirmante reductor.

Día 2: Baño de hidromasaje, mesodosis, envolvimiento lipolítico de té verde y drenaje linfático

Día 3: Envolvimiento de algas, chorro a presión, presoterapia y masaje reafirmante reductor

Día 4: Baño de burbujas, mesodosis, envolvimiento de algas y masaje reafirmante reductor.

Día 5: Envolvimiento lipolítico al té verde, bañera de hidromasaje, drenaje linfático

Día 6: Envolvimiento de algas, chorro a presión, presoterapia, masaje reafirmante reductor.

Se observa que entre las diferentes técnicas aplicadas se incluye cada día una técnica hidroterápica: bañera de hidromasaje, baño de burbujas y/o chorro a presión.

Programa Antiestrés

Dirigido a personas que sufren elevado estrés, enfocado a la relajación y activación de la circulación periférica.

Se aplican variadas técnicas distribuidas en los 6 días: Peeling corporal de sales minerales, ducha circular, masaje de espalda y piernas; Chorro a presión, parafango,

reflexología podal; Baño de hidromasaje con esencia de azahar, ducha circular, terapia geotermal; Baño hidromasaje con esencia de romero, ducha circular y reflexología podal; Chorro a presión, parafango, masaje cervico craneal y de espalda.

Programa Osteoarticular

Tratamiento indicado para dolores articulares y musculares. (artrosis, artritis, secuelas de traumatismos, procesos reumáticos).

Incluye las siguientes técnicas.

Días 1º, 3º y 5º: Reeduación en piscina. Baño de burbujas. Parafango

Días 2º, 4º y 6º: Ducha circular. Parafango. Masaje local.

Programa respiratorio

Indicado para el tratamiento de patologías respiratorias (rinitis, sinusitis, faringitis, bronquitis)

Los días 1º, 3º y 5º se indica: Inhalaciones. Baño de burbujas con eucaliptus. Cura hidropínica.

Los días 2º y 4º: Inhalaciones. Zona de contrastes, Cura hidropínica y Fisioterapia Respiratoria

El 6º día: Inhalaciones. Masaje combinado. Cura hidropínica,

4.5. Estudio de la población asistente al balneario

La información recibida relacionada con los usuarios: número total de usuarios, distribución por procedencia, género, programas y edades, patologías, etc. la hemos transformado en gráficos para poder observar con mayor facilidad.

Programas de 2, 3, 4 y 6 días

De los programas más cortos ofrecidos en 2012, ponemos como ejemplo el de **2 días de duración**, en el que el número de usuarios en 2012 ha sido 927 y de los subprogramas el más utilizado, el de relax, 333 personas, seguido de antiestrés que utilizan 158 usuarios. (Gráfico nº 1).

En la figura 7 correspondiente al Programa antiestrés de 2 días de duración, se representa en azul el número de usuarios (927, el 66% del total en 2012). Se observa homogeneidad en la utilización por los grupos de edades comprendidas entre 30 y 60 años; es algo menor en el grupo más joven 20/30 años (granate) y mucho menor en los mayores de 60 años (en rosa).

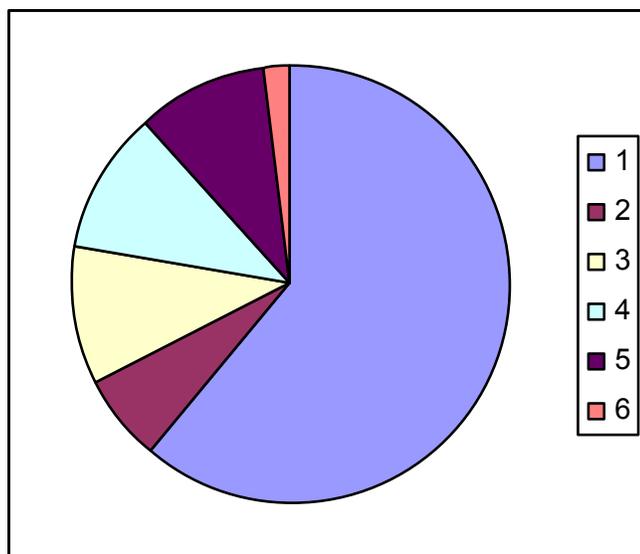


Figura 7. Programa antiestrés de 2 días 158 usuarios en 2012

En la figura 8 hemos incluido el número total de asistentes al balneario en 2012 que fue 1385 usuarios y de ellos 233 corresponden a los programas de seis días de duración, distribuidos en: 56 usuarios programa antiestrés, 6 en adelgazamiento, 94 en osteoarticular y 77 en respiratorio (Figura 8).

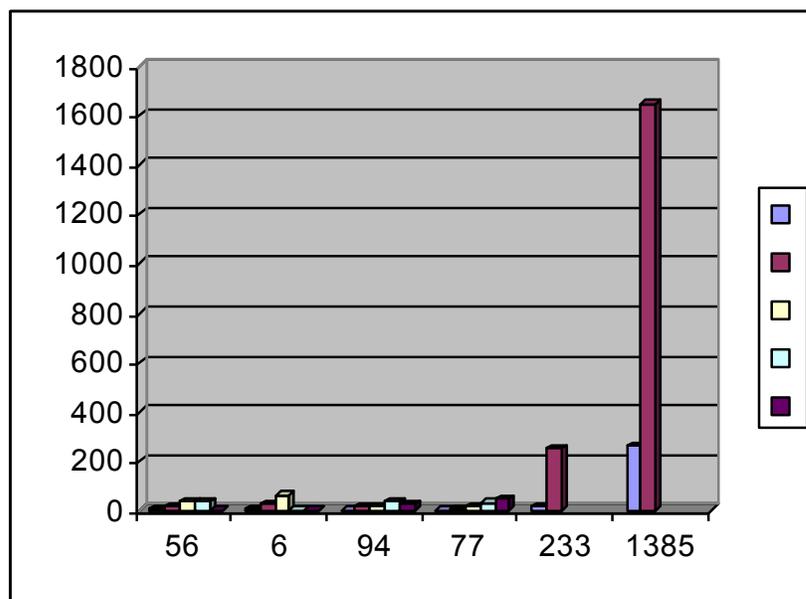


Figura 8. N° TOTAL de usuarios acumulados en el año 2012 – 1385. Programa de 6 días 233 usuarios en total 56 antiestrés, 6 adelgazamiento, 94 osteoarticular y 77 respiratorio.

En estos programas de 6 días de duración, el programa de adelgazamiento es el de menor número de usuarios, 6 personas lo utilizaron, de edades 40/50 años (amarillo) seguido de 30/40 (granate). El programa de mayor afluencia fue el osteoarticular utilizado por 94 personas, siendo muy claro que el grupo de 50/60

años es el de mayor número de usuarios (azul claro); en el de respiratorio, 77 usuarios, predominan los de edades mayores de 60 años (granate) seguido del grupo de 50/60 años (azul claro). El programa antiestrés con 56 usuarios está en su mayoría utilizado por personas de 40/50 años (amarillo) y de 50/60 años (azul claro).

Para observar con más facilidad, hemos incluido en la figura 9 el número total de usuarios acumulados en los programas de 6 días en 2012, que ha sido de 233.

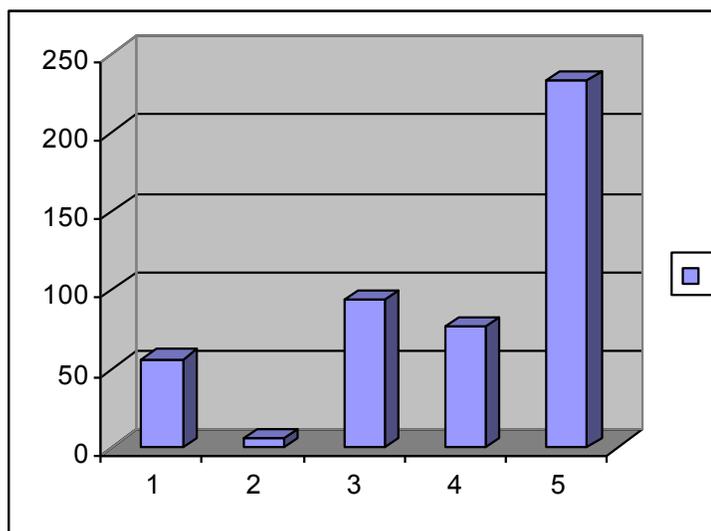


Figura 9. Programas de 6 días de duración en 2012. Número total de usuarios acumulados y distribución por programas.

De los 233 usuarios de los programas de 6 días, el 1 corresponde al programa antiestrés que lo siguieron 56 usuarios; el 2 programa adelgazamiento lo utilizaron 6; en el 3, programa osteoarticular, fueron 94 los pacientes y 77 en 4, programa respiratorio

4.5. Personal de atención a los usuarios

El hotel balneario está abierto todo el año y en él trabajan habitualmente 60 personas y en las épocas de mayor afluencia puede llegar al centenar.

El director Médico D. Luis Alberto Morante es quien prescribe el tratamiento a los pacientes y se ocupa especialmente del programa de adelgazamiento y del control de las dietas a seguir según patología. La aplicación de las distintas técnicas prescritas son practicadas por los fisioterapeutas, masajistas y auxiliares, todo ello supervisado y controlado por Dña. Ana Chamizo, fisioterapeuta jefe quien coordina las actividades del balneario.

5. CONCLUSIÓN

Quiero expresar mi agradecimiento al Director del Hotel-Balneario Villa de Olmedo, D. Roberto García González, por su acogida y atención durante nuestra agradable estancia en el Hotel Balneario y por la información y documentación aportada para el estudio. Asimismo al Director médico Dr. D. Luis Alberto Morante por la información sobre su principal actividad en el balneario y a sus colaboradores, especialmente a Dña. Ana Chamizo fisioterapeuta coordinadora de la actividad del balneario, y a todo el personal por las atenciones recibidas durante nuestra visita-estancia, que nos permitió disfrutar de la belleza de un lugar tan singular, incomparable.

6. REFERENCIAS

1. Francés Causapé MC. "Historia y generalidades". En la Mesa Redonda sobre el Balneario de Villa de Olmedo celebrada en la Real Academia Nacional de Farmacia, el 6 de marzo de 2014,
2. En portada Balneario Villa de Olmedo. Baños de salud y ocio en confortables instalaciones balnearias. Balnearios de España ANBAL Año I, Número 4, 5-11. 2011.
3. Boletín Oficial de la Provincia de Valladolid nº 94, martes 25 de abril de 2006. Junta de Castilla y León. Delegación Territorial de Valladolid. Servicio Territorial de Industria Comercio y Turismo. Pag. 6 (Ref. 2937/2006).
4. Estudio y evaluación del Potencial Hidromineral de Castilla y León. FICHA RESUMEN EXPLOTACIONES ACTIVAS. Sobre el Bº Villa de Olmedo. Paraje Convento Sancti Spirtus. Nº 292. Realizada por SIEMCALSA (IGME) Ministerio de Educación y Ciencia Creado y modificado 11/7/2008
5. Intervención del Dr Juan Antonio López Geta en la Mesa Redonda sobre el Balneario de Villa de Olmedo celebrada en la Real Academia Nacional de Farmacia, el 6 de marzo de 2014, " Estudio Hidrogeológico de las aguas del Balneario"
6. Ley de Minas. Régimen Jurídico - Ley 22/1973, de 21 de julio de Minas
7. Real Decreto 2857/1978 de 27 de agosto. Reglamento General para el Régimen de la Minería. Título IV, Cap. I, 23, 2., p 37.
8. San Martín Bacaicoa, J. (1997) Aguas mineromedicinales y minerales naturales como agentes medicamentosos. Discurso de ingreso como Académica Correspondiente en la Real Academia de farmacia. An. Real Acad. Farm. LXIII, 4, 777-900
9. Intervención de la Dra. Esperanza Torija Isasa en la Mesa Redonda sobre el Balneario de Villa de Olmedo celebrada en la Real Academia Nacional de Farmacia, el 6 de marzo de 2014, "Estudio físico-químico de las aguas del Balneario de Villa de Olmedo.
10. Vademecum II, Ed.Complutense 2010 pp 163-64
11. Opus Cit. en 4
12. Armijo Valenzuela, M. (1994) "Aguas cloruradas sódicas" Cap.17 en Armijo Valenzuela, M., San Martín Bacaicoa, J. y cols. Curas Balnearios y Climáticas. Talasoterapia Helioterapia. Ed. Complutense,. pp 227-240
13. Agre, P. (1997) Molecular physiology of water transport: aquaporin nomenclatura workshop. Mammalian aquaporins. Biol. Cell., 89: 255-257
14. Tamargo Menéndez, J. (2004) Los poros y los canales iónicos regulan la actividad celular. An. R. Acad. Nac. Farm., 70: 9-31
15. Criterios de salud ambiental 227 - Fluoruros. Organización Mundial de la Salud. Ginebra
16. Armijo Valenzuela, M. (1980) Contenido fluorado de las aguas minerales envasadas y sus posibles efectos sobre la salud. XIII Sesión Científica 20 Mayo 1980. Anales Real Academia Nacional de Medicina, 2002; pp 429-462

17. Armijo M, San Martín J. Hidroterapia. Coleccionable en el Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica. Armijo, M., San Martín, J. Vol I nº 1 a Vol. VI nº 1. 1986- 1991; pp 1-168. ISSN 0214-2813
18. San Martín Bacaicoa J. "Técnicas actuales de tratamiento balneario. Hidrocinesiterapia" en Panorama actual de las aguas Minerales y Mineromedicinales en España. Ministerio de Medio Ambiente. ITGE Madrid. 2000; pp 105-114.
19. San Martín Bacaicoa J, Valero Castejón A. Acción terapéutica de las aguas del Balneario de Puente Viesgo. An R Acad Nac Farm. 2007; 73: 372-373
20. San Martín Bacaicoa J, Valero Castejón A. Estudio de la acción terapéutica de las aguas del Balneario de Alicún de las Torres (Granada). An R Acad Na. Farm 2009; 7; 5 (E): 861-862
21. Opus Cit. en 18, p. 109.
22. San Martín Bacaicoa, J. Reumatismos psicógenos y curas balnearias. Bol Soc Hidrol Med. 1988; 3,1: 35-38
23. Agishi Y, Ohtsuda Y. Recent Progress in Medical Balneology and Climatology. Ed. Hokkaido University Medical Library Series. Vol. 34. Sapporo. 1995.
24. Opus Cit. en 17. Pp: 153, 154.
25. Armijo Valenzuela M. Consideraciones en torno a las curas balnearias. Anales Real Acad Nac Med 2004 Tomo CXXI, 3º, pp. 391-401.
26. Información aportada por D. Roberto García González, Director del Hotel Balneario Villa de Olmedo.
27. Fotografías tomadas de Balnearios de España, ANBAL año I, nº 4, 2011; pp. 5-11.
28. Anuncio 8266/06 del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León en Valladolid 14-02-2006. B.O.E. nº 51, 01-03-2006: pp. 2126.
29. Balnearios de España. Restaurante Hontanar. Asociación Nacional de Balnearios Madrid 2010; I, 1: pp. 26-7.
30. Balnearios de España. Balneario Villa de Olmedo. Asociación Nacional de Balnearios Madrid 2011; I, 4: 6-10.



MONOGRAFÍA XXXIII
Comisión de aguas minerales y minero medicinales