

## 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<sup>1\*</sup>, Mercedes García Mata<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Dolores Tenorio Sanz<sup>1</sup>, José Luis López Colón<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Nutrición y Bromatología II. Facultad de Farmacia UCM. <sup>2</sup>Instituto 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 Mineromedicinal 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><b>Palabras clave:</b> Aguas mineromedicinales; análisis físico-químico; balneario Villa de Olmedo.</p>	<p><b>Keywords:</b> Mineromedicinal 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.agusal.ayuntamientosdevalladolid.es/](http://www.agusal.ayuntamientosdevalladolid.es/) (11), [www.pueblos-espana.org/castilla+y+leon/valladolid/agusal/](http://www.pueblos-espana.org/castilla+y+leon/valladolid/agusal/) (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 <sub>2</sub> /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).

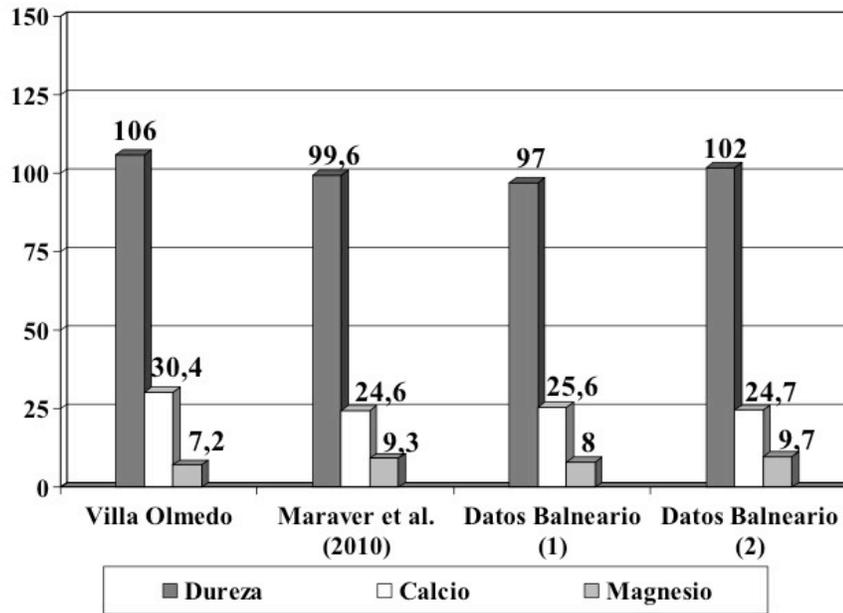
El contenido de potasio fue bajo, sin llega a 10 mg/L, lo que coincide con los datos aportados por otros autores (10).

**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 CaCO<sub>3</sub>/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 CaCO<sub>3</sub>/L son de buena calidad. Maraver et al. (2010) indican como aguas muy blandas aquellas con una dureza inferior a 100 mg de CaCO<sub>3</sub>/L y blandas con contenidos entre 100 y 200 mg de CaCO<sub>3</sub>/L. Casares et al. (1978) (22) las aguas blandas entre 80 y 140 mg CaCO<sub>3</sub>/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 CaCO<sub>3</sub>/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<sup>ª</sup>C, 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> ed. Ed. Complutense. Madrid. 2010.
11. Ayuntamiento de Aguasal. Disponible en: ([www.agusal.ayuntamientosdevalladolid.es](http://www.agusal.ayuntamientosdevalladolid.es)). (s.a.)
12. Pueblos de España. Disponible en: ([www.pueblos-espana.org/castilla+y+leon/valladolid/agusal/](http://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.