

Estudio preliminar de los sedimentos recientes de las lagunas de Villafáfila (Zamora).

Preliminary report on recent deposits of the Lagunas de Villafáfila (Zamora).

J.I. Santisteban ^(1,2), M.A. García del Cura ⁽³⁾, R. Mediavilla ⁽⁴⁾ y C.J. Dabrio ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dpto. Geología, Univ. Alcalá de Henares, Ctra. N-II, km. 33,600. 28871-Alcalá de Henares (Madrid).

⁽²⁾ Dpto. Estratigrafía-U.E.I. de Correlaciones Estratigráficas y Paleogeografía, Fac. CC. Geológicas-Instituto de Geología Económica, Univ. Complutense de Madrid-CSIC. 28040-Madrid.

⁽³⁾ Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM) y Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC-U.A. Universidad de Alicante. Ap. 99. 03080 Alicante.

⁽⁴⁾ Área de Estudios Geológicos, Div. Geología y Técnicas Básicas, IGME, C/ Ríos Rosas, 23. 28003-Madrid.

ABSTRACT

Recent sedimentation in the Lagunas de Villafáfila is dominated by fine-grained siliciclastic deposits mainly composed of quartz, feldspar, muscovite, illite and kaolinite. Sediments are clay, clayey silts and clayey fine sands with sparse pedogenic carbonates and organic matter. The recentmost sediments contain diatoms and carbonates with bacterial features. Their structure is composed by parallel lamination, sometimes inclined by adaptation to bottom topography, and erosive surfaces. Rootlets are common to the top. Layering, textures and sedimentary structures reflect energy changes in the hydrological regime mainly related to water incomes from nearby areas. Although saline efflorescences are known to be generated since several millennia ago, saline layers and minerals are rare in the cores.

Key-words: Saline lakes, sedimentary record, Holocene.

Geogaceta, 33 (2003), 51-54
ISSN:0213683X

Introducción

El Espacio Natural Protegido de las Lagunas de Villafáfila se sitúa en la provincia de Zamora y abarca, total o parcialmente, los términos de Villafáfila, Revellinos, Villarrín de Campos, San Agustín del Pozo, Cerecinos de Campos, Tapioles, Villárdiga, San Martín de Valderaduey, Cañizo, Villalba de la Lampreana y Manganeses de la Lampreana.

Es uno de los humedales españoles incluidos en la "Lista de Humedales de Importancia Internacional" del Convenio Ramsar. Así mismo, tiene la consideración de ZEPA y se encuentra incluida dentro del "Programa para las Estepas Cerealísticas" de la Unión Europea.

Abarca una superficie de 32.682 Has. de las cuales 1.000 Has. corresponden a más de 40 zonas encharcadas entre las que cabe destacar por su extensión la Salina Grande, la Laguna de Barrillos y la Laguna de las Salinas.

A pesar de ser un área de gran interés ecológico y un ambiente sedimentario peculiar, apenas hay estudios geológicos sobre estas lagunas. Los trabajos existentes se centran en la hidrogeología (Fernández Pérez y Cabrera Lagunilla,

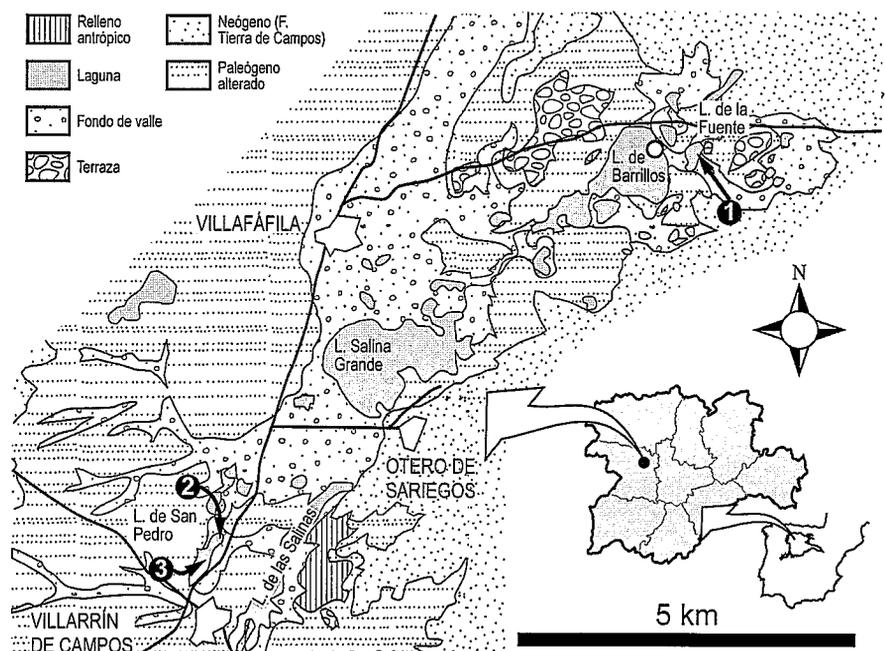


Fig. 1.- Situación geográfica y geológica de las Lagunas de Villafáfila y situación de los sondeos. Círculo: muestras de agua y sedimentos superficiales (30/07/02).

Fig. 1.- Geographical and geological setting of the Lagunas de Villafáfila and core location. Circle: water and surficial sediment samples (30/07/02).

1987) y palinología (Gómez Ferreras et al., 1996). Otros estudios son los de carácter general en los que las lagunas son

simplemente mencionadas (Martín-Serrano Piles, 1982; ITGE, 1989). Finalmente, hay información, dentro de un

contexto más amplio de las lagunas españolas y europeas, sobre el polen o las diatomeas de las lagunas (Reed, 1995, 1998a, 1998b; European Diatom Database, 2002; Las Encinas Team, 2002).

El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados preliminares del estudio de los sedimentos recientes de estas lagunas y su entorno.

Geología y geomorfología

Geológicamente, estas lagunas se atribuyen al Holoceno, aunque no se descarta la posibilidad de que pudieran extenderse hasta el Pleistoceno (Martín-Serrano y Piles, 1982).

Estas lagunas se disponen sobre un amplio fondo de valle (fig. 1), a una cota de 685 m, de pendiente prácticamente nula, encajado en terrazas fluviales compuestas por gravas y arenas que indican un régimen de drenaje previo incompatible con su existencia. Este fondo de valle se desarrolla sobre una superficie de alteración de edad Mioceno inferior que limita los materiales paleógenos (representados por arenas subarcósicas, conglomerados y en menor proporción, lutitas) de los neógenos (representados por las arenas y arcillas de la facies Tierra de Campos) (fig. 1).

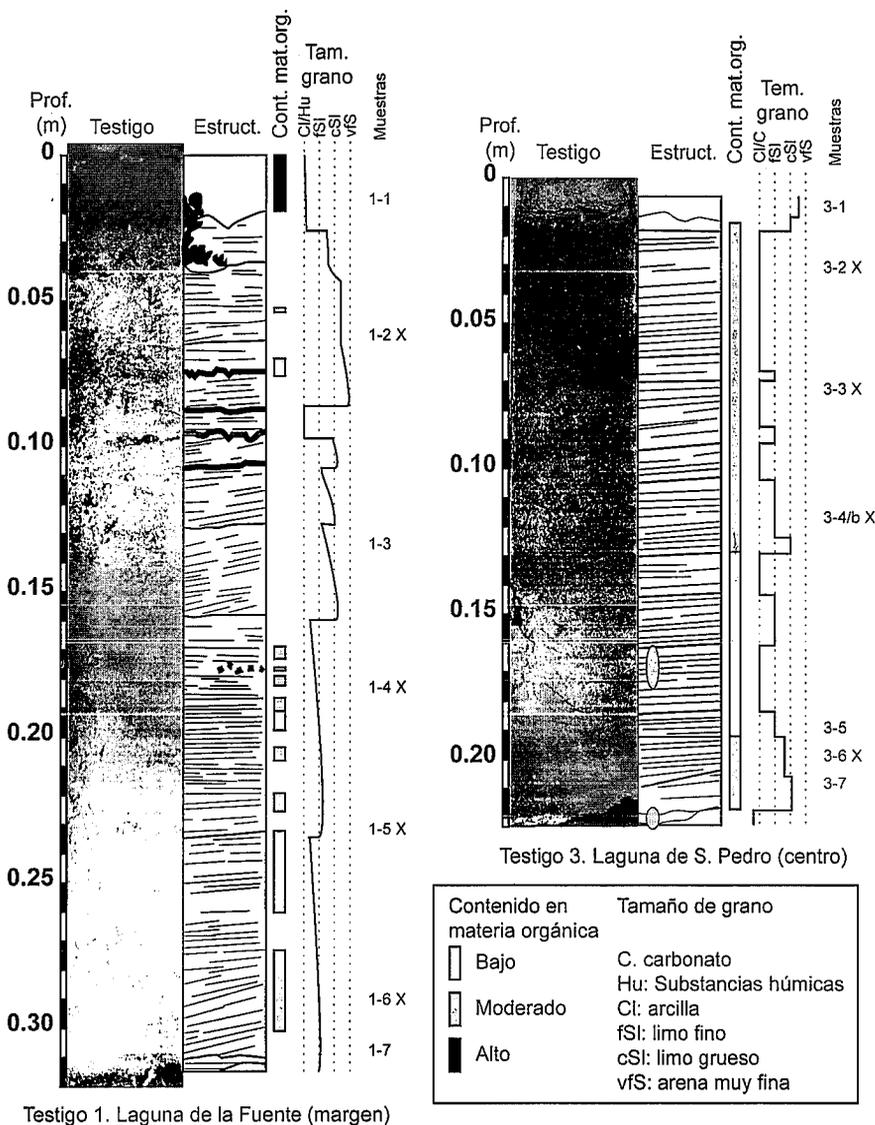
Se encuentran drenadas parcialmente por el Arroyo Salado, afluente del río Valderaduey, el cual es alimentado por el freático local (Fernández Pérez y Cabrera Lagunilla, 1987) y por el rebose de las lagunas en épocas de precipitaciones intensas. Son depresiones de extensión variable, cuya profundidad máxima no llega a superar los 0.5 m y que frecuentemente se secan en época de estiaje. Durante la primera mitad del siglo XX fueron sometidas a desecaciones parciales que finalizaron en 1972, año en el que se dragó el Arroyo Salado atravesando la Laguna de Las Salinas (la cual desapareció).

Hidrogeología

La particularidad que presentan estas lagunas es el carácter salino de sus aguas (Tabla 1). Estas provienen de un freático profundo procedente del NO que descarga en la zona de las lagunas (ITGE, 1989).

Este carácter salino de las aguas, queda registrado además en las eflorescencias salinas que se desarrollan en la zona de las lagunas, que han sido explotadas desde el siglo XII y conocidas desde el Bronce Antiguo (Delibes, 1993).

Así mismo, esta salinidad ha “preservado” estas lagunas ya que no se han ex-



Testigo 1. Laguna de la Fuente (margen)

Fig. 2.- Sondeos 1 y 3. Estructura interna, contenido en materia orgánica y granulometría. X en las muestras indica frotis.

Fig. 2.- Cores 1 & 3. Sedimentary structures, organic matter content and grain size. X in samples denotes smear slide.

plotado las aguas que la alimentan y, ya en tiempos recientes, el peculiar ecosistema que se desarrolla en el ámbito de las lagunas ha llevado a establecer diferentes figuras de protección.

Fernández Pérez y Cabrera Lagunilla (1987) analizan 204 puntos de agua (sondeos, pozos, zonas de descarga y lagunas) en la zona de las lagunas y establecen tres facies hidroquímicas: 1) aguas cloruradas sódicas (65 % de las muestras analizadas); 2) aguas bicarbonatado-cloruradas sódicas (20 % de las muestras) y 3) aguas bicarbonatado-cloruradas calcimagnésico-(sódicas) (15 % de las muestras).

Así mismo determinan que las aguas cloruradas sódicas proceden de circulación profunda. Además, excluyen la posi-

bilidad de cualquier contaminación salina a partir de los depósitos neógenos. El análisis de las isopiezas revela que las lagunas (con isopiezas cerradas) son zonas de descarga natural del freático y que hacia el sur las isopiezas se encuentran abiertas, lo que implica un drenaje del freático por medio del Arroyo Salado, probablemente debido a las obras de drenaje de la Confederación Hidrográfica del Duero.

Materiales y métodos de estudio

Para realizar esta investigación se realizaron tres sondeos cortos (<50 cm) en julio del 2001.

Los sondeos se realizaron mediante la introducción por percusión manual de tu-

bos de PVC de 0.5 m de longitud y 5 cm de diámetro.

Las áreas seleccionadas para realizar los sondeos corresponden a dos lagunas diferentes.

El sondeo 1 se realizó en el margen E de la Laguna de la Fuente (fig. 1). Este margen se encuentra muy próximo al substrato paleógeno y se caracteriza por la presencia de un relieve cercano que le separa de los campos de cereal circundantes. Así mismo, es una zona de mayor descarga del acuífero, por lo que, a pesar del estiaje, la laguna aún presentaba una lámina de agua considerable. El sondeo recuperó 32 cm en perfecto estado (fig. 2) sin que hubiera disgregación de la parte superior, pérdidas a muro ni fragmentación interna.

Los sondeos 2 y 3 se realizaron en el margen E (2) y centro (3) de la Laguna de San Pedro, en las proximidades de Villarrín de Campos. Dado el intenso calor de ese año y la posición más alejada con respecto a los puntos principales de descarga del acuífero, la laguna estaba completamente seca. En el área marginal el grado de desecación era tan importante que fue imposible recuperar más que 2 centímetros, estando el resto del sondeo disgregado. En la zona central, sin embargo, fue posible recuperar 26 cm de los cuales sólo los 5 cm superiores estaban disgregados.

Con el fin de determinar la mineralogía de los materiales se realizó un muestreo con un espaciado aproximado de 5 cm en los sondeos 1 y 3 (fig. 2) y se tomó una muestra adicional en el sondeo 2 como elemento de comparación.

Los estudios mineralógicos de estas muestras se realizaron mediante DRX (fracción total e inferior a 4 μ), microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (electrones secundarios y electrones retrodispersados) y se realizaron frotis para su estudio con lupa binocular de 4 muestras en cada uno de los sondeos 1 y 3 y otra en el sondeo 2.

Posteriormente (30/07/02) se realizó otra campaña de sondeos, ahora en estudio, con recogida de aguas y muestreo y análisis de las eflorescencias salinas y los sedimentos sobre los que se desarrollan en el margen de estas lagunas. Estos sedimentos se estudiaron mediante DRX, FRX, absorción atómica, volumetría, ICP y PPC a 950°C.

Descripción de los sondeos

-Sondeo 1 (Laguna de la Fuente, margen) (32 cm): Está compuesto por limos arcillosos, arenas de grano fino y, en me-

nor proporción, arcillas. El color de los materiales varía entre el negro de los centímetros superficiales hasta el ocre verdoso (dominantes). La materia orgánica aparece concentrada en láminas que siguen la estructura del sedimento, como parches diseminados o puede intuirse por la presencia de porosidades fenestral y en caverna que, por su morfología, se relacionan con la descomposición de la materia orgánica. La estructura interna está representada por laminación paralela horizontal, dominante en las arcillas y limos, y laminación paralela inclinada, más frecuente en las arenas, que se interpreta como relacionada con la acumulación/decantación de sedimento sobre superficies inclinadas. La potencia de las láminas oscila entre 2 y 3 mm. Son abundantes las raíces en todo el sondeo y sólo en los centímetros superficiales desorganizan parcialmente al sedimento. Estos materiales se organizan en secuencias granodecrecientes de unos 7-8 cm de potencia, de base plana o ligeramente irregular (erosiva), que se agrupan formando una secuencia granocreciente.

-Sondeo 2 (Laguna de San Pedro, margen) (17 cm): Debido al grado de desecación del sedimento sólo se recuperaron sin disgregar 2 cm. El resto del sondeo corresponde a unos 15 cm de material disgregado. Son limos grises con restos vegetales (raíces) y materia orgánica dispersa. Se pueden apreciar fragmentos de tamaño arena de conchas de gasterópodos. Se observan, además, niveles de color oscuro que pueden corresponder a episodios de mayor acumulación de materia orgánica. Presenta una estructura laminada (laminación paralela horizontal).

-Sondeo 3 (Laguna de San Pedro, centro) (26 cm): Está dominado por arcillas limosas con granos dispersos de arena y limos arcillosos de colores gris y pardo verdoso. Aparecen algunas arenas a techo del sondeo si bien se encuentran disgregadas en su mayoría. La materia orgánica está presente a lo largo de todo el sondeo y se dispone según la laminación de los materiales. La estructura interna dominante es la laminación paralela horizontal, la cual es más evidente en los niveles limosos. Pueden aparecer niveles de limos con laminación paralela inclinada, la cual, dada la ausencia de superficies erosivas internas, se interpreta como la adaptación de la sedimentación a la topografía de las superficies erosivas que los limitan a base. En ambos casos el espesor de las láminas, tanto de limos como de arcillas, oscila entre 2 y 4 mm. Hacia la base del sondeo aparecen con-

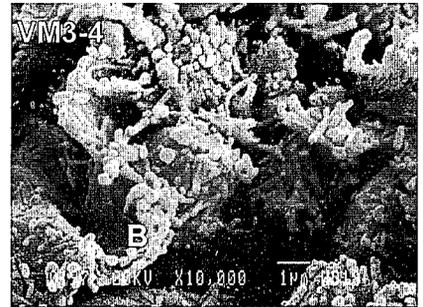
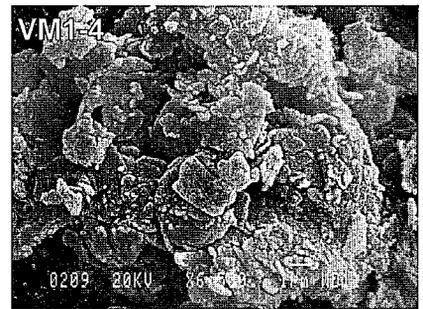
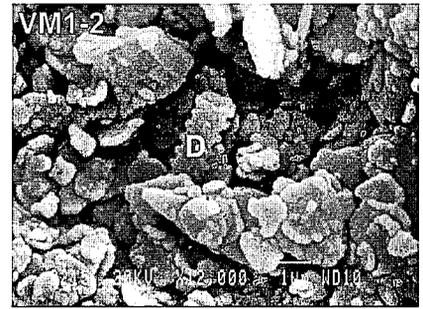


Fig. 3.- Fotomicrografías (MEB) de sedimentos de las Lagunas de Villafafila. VM 1-2: D - diatomeas, VM 1-4: revestimientos arcillosos en granos detriticos, VM 3-4: B - estructuras bacterianas.

Fig. 3.- Photomicrographs (SEM) of sediments from Lagunas de Villafafila. VM 1-2: D - diatoms, VM 1-4: clay coatings around detrital grains, VM 3-4: B - bacterial structures.

centraciones de carbonato de posible origen pedogénico. También se observan cristales correspondientes a evaporitas. Son abundantes las raíces en todo el sondeo, si bien no llegan a desorganizar el sedimento. Estos materiales se organizan en secuencias granodecrecientes de 3 a 6 cm de base plana o ligeramente irregular (erosiva). Las secuencias se agrupan formando una secuencia de orden mayor granodecreciente.

Es de destacar la presencia de fragmentos de plástico a lo largo de los 5-10 cm superiores de los sondeos. Este dato da indicación sobre la edad de ese tramo ya que el plástico, como uso común doméstico y en la agricultura no fue introducido en la zona hasta el inicio de la década de 1960

Características petrológicas y mineralógicas de los sondeos

La mineralogía en todos los sondeos está dominada por la fracción detrítica y, más en concreto, por cuarzo, feldespatos, moscovita, illita y kaolinita.

La observación exoscópica de las

	IGRM-1	IGRM-2
% SiO ₂	77.590	42.300
% Al ₂ O ₃	4.870	11.370
% Fe ₂ O ₃	1.495	3.287
% CaO	0.584	3.142
% TiO ₂	0.522	0.571
% MnO	0.025	0.073
% K ₂ O	1.380	2.559
% MgO	<0.100	0.941
% Na	3.920	8.860
% P ₂ O ₅	0.012	0.139
% C	0.490	2.170
% S	0.200	0.340
% Cl	6.010	15.510
% PPC	8.980	26.750

Tabla I.- Composición química de las eflorescencias y material superficial de la Laguna de Barrillos.

Table I.- Chemical composition of the saline efflorescences and surficial sediments of the Laguna de Barrillos.

muestras revela que el cuarzo se presenta en forma de granos generalmente redondeados (ocasionalmente los hay angulosos), transparentes, de brillo vítreo y con dos poblaciones de tamaños. La dominante es de tamaño aleurita, excepcionalmente arena muy fina, y la subordinada está formada por granos dispersos con una dispersión en los tamaños muy grande. Es frecuente observar envueltas orgánicas alrededor de los granos, en cuyo caso adquieren tonos marrones oscuros. La moscovita se concentra en la fracción aleurita.

Otro componente importante es la calcita, que aparece ya sea como masas pulverulentas o diseminada entre la matriz arcillosa.

Los minerales evaporíticos aparecen tanto diseminados (escasos cristales) entre el sedimento siliciclástico como concentrados en niveles hacia la base de los testigos.

Como restos orgánicos hay que destacar la presencia de diatomeas (D, fig. 4), estructuras bacterianas (B, fig. 4), restos vegetales (raíces y fragmentos no identificados) y fragmentos de tamaño arena muy fina de moluscos no identificados. Gómez-Ferreras et al. (1996) identifican

esporas de algas y polen de herbáceas y árboles.

Sedimentos superficiales y aguas

Los sedimentos superficiales se caracterizan por una composición silicilástica dominante (cuarzo, moscovita y feldespato) y el rasgo más llamativo es que sobre ellos se desarrollan, anualmente, delgadas costras o eflorescencias salinas (1 a 4 mm) tanto en los márgenes (tanto en época de estiaje como de aguas altas) como en el centro de las lagunas (durante el estiaje). Las eflorescencias muestran una composición mineralógica dominada por la halita mientras que el yeso aparece como indicios. También pueden aparecer calcita y dolomita.

Tanto la composición mineralógica como química (tabla 1) de las eflorescencias es consecuente con el análisis de aguas realizados por nosotros de las Laguna de Barrillos (30/7/2002), en el que el Cl⁻ (2310.00 mg/l) y Na⁺ (1513.00 mg/l) dominan sobre el SO₄²⁻ (241.00 mg/l), CO₃²⁻ (400.00 mg/l), Ca²⁺ (98.00 mg/l) y Mg²⁺ (46.00 mg/l).

Conclusiones.

De los rasgos expuestos a lo largo del presente trabajo se puede concluir:

1.- La presencia de material detrítico externo al vaso lacustre y las cicatrices erosivas implican eventos de entrada de aguas de escorrentía ligadas a eventos probablemente de lluvias torrenciales (como los de 1998 y 2001).

2.- La decantación es el proceso sedimentario dominante en el centro de las lagunas y fosiliza las cicatrices erosivas, dando laminaciones inclinadas. La ausencia de estructuras de corriente y oleaje puede estar debida a que la vegetación que franquea los márgenes de las lagunas "frena" a las aguas de escorrentía y atrapa al material de grano más grueso mientras que el material fino (limo y arcilla) queda en suspensión hasta que desciende la energía del medio, momento en el cual decantan.

3.- Las evaporitas que se observan en los sedimentos superficiales no se encuentran bien representadas en los sondeos. Ésto puede deberse a varias causas: irrigación con aguas dulces en las zonas adyacentes, intenso pastoreo en las zonas de formación de las evaporitas, explotación humana de las sales.

4.- Las tasas de sedimentación que se

pueden inferir a partir de la presencia de plástico (entre 1.25 y 2.5 mm/año) parecen relativamente anómalas ya que si consideramos que hay evidencias de la existencia de estas lagunas desde hace más de 5000 años (Delibes, 1993) y los sondeos realizados que alcanzan el fondo de las lagunas son de 1.5 m de potencia obtenemos una tasa máxima promediada de 0.3 mm/año. Ésto puede ser motivado por el incremento de los aportes debido a la agricultura de secano en las proximidades (incremento de los aportes detríticos).

Agradecimientos

Esta investigación se desarrolla dentro del marco de colaboración UCM-IGME-CSIC-UAH-UBU sobre la evolución de las Lagunas de Villafáfila. Es una contribución a los proyectos (MCyT) REN2001-1409, REN2002-04433, programa LIMPACS (PAGES-IGBP) e IGCP 449. Los autores agradecen a la Junta de Castilla y León la autorización y apoyo para desarrollar este trabajo. También agradecen a D^a M^a Isabel Sevillano su trabajo en la difracción de rayos X.

Referencias

- Delibes de Castro, G. (1993): *Brigecio*, 3, 33-46.
- European Diatom Database (2002): <http://craticula.ncl.ac.uk:8000/Eddi/jsp/index.jsp>
- Fernández-Pérez, L. y Cabrera Lagunilla, M^a P. (1987): *Comunicaciones. III Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*, 1, 441-459.
- Gómez Ferreras, C.; López García, P. Y López Sáez, J.A. (1996): *Estudios Paleolológicos*, 57-61.
- ITGE (1989): Mapa Hidrogeológico de España, E. 1:200.000. Hoja 29 (Valladolid). ITGE, Madrid.
- Las Encinas Team (2002): <http://www.staff.ncl.ac.uk/ian.boomer/las.encinas/>
- Martín-Serrano, A., Piles, E. (1982): Mapa geológico de España, E. 1:50.000. Hoja 308 (Villafáfila). IGME, Madrid.
- Reed, J.M. (1995): *Unpublished PhD Thesis, University College, London*.
- Reed, J.M. (1998): *Journal of Paleolimnology* 19, 129-137.
- Reed, J.M. (1998): *Journal of Paleolimnology* 19, 399-416.