

# Dispositivo sedimentario desarrollado en la Cuenca de Gallocanta a lo largo del Holoceno. Cordillera Ibérica. NE España.

*Depositional system developed in Gallocanta basin during the Holocene. Iberian Chain. NE Spain.*

A.C. Roc y A. Pérez

Área de Estratigrafía. Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza. España. anperez@posta.unizar.es

## Abstract

The interpretation of the vertical evolution of the sedimentary deposit from Gallocanta lake has allowed to differentiate three sedimentary stages in the general sequence evolution. The depositional system consists of alluvial fans systems related laterally to the lacustrine facies.

In the first evolutionary stage it is produced a sedimentation of distal alluvial areas under arid climatic conditions. After this period, and in relation with a more humid episode (about 2000 BP) it starts the lacustrine stage. The installation of a shallow carbonated lake takes place and the lake reached its maximum of depth (4 m). Finally, from 1837 cal AD it is produced a decrease of the depth of the water in relation with a more warm and dry climate. The third stage of saline carbonated lake that happens nowadays took place. The alluvial systems reduce its activity throughout the time.

**Key words:** Alluvial fans, shallow carbonated lake, saline-carbonate lake, Holocene, Gallocanta lake.

Geogaceta, 34 (2003), 11-14  
ISSN:0213683X

## Introducción

En la cuenca endorreica de Gallocanta se desarrollan los humedales salinos de mayor extensión del Noreste de la Península Ibérica. De entre ellos la Laguna de Gallocanta, con una superficie de unos 14 km<sup>2</sup>, es en la actualidad un lago hipersalino de tipo Na-Mg-Cl-(SO<sub>4</sub>) que presenta una profundidad máxima de 2 metros, llegando a la sequedad total en verano (Fig. 1).

El estudio de los sedimentos generados en la laguna ha sido tratado por diversos autores en los últimos años. Villena (1969) y Calvo *et al.* (1978) realizan una cartografía de facies de la laguna y González *et al.* (1983) analizan la composición mineralógica de los sedimentos del margen de la misma. Schütt (1998) y Rodó *et al.* (2002) realizan respectivamente estudios geoquímicos y mineralógicos de sedimentos recogidos en sondeos y relacionan las diferentes asociaciones geoquímicas con cambios climáticos.

El objeto principal de este trabajo es reconstruir el dispositivo sedimentario de la laguna de Gallocanta y sus variaciones a lo largo del tiempo, deducidas de la evolución

de las unidades presentes, la cartografía de facies, así como la medida de paleocorrientes.

## Resultados

Basándonos en la descripción e interpretación de cada una de las facies identificadas en la laguna de Gallocanta y su distribución areal, así como las relaciones laterales y verticales de facies establecidas en Pérez *et al.* (2002), Mayayo *et al.* (2003) y Roc (2003) se ha elaborado una serie síntesis de la evolución vertical del relleno sedimentario de la laguna (Fig. 2). Las dataciones son recogidas en Roc *et al.* (2002) y Roc (2003).

La potencia total de sedimento reconocido en la laguna de Gallocanta es de 160 cm de material compactado. Suponiendo una compactación promedio de un 30% la potencia real de sedimento de la laguna la estimamos en 208 cm, si bien ha sido posible extraer sondeos de hasta 233 cm de potencia de sedimento descompactado.

Para el conjunto de este relleno sedimentario es posible definir seis unidades estratigráficas caracterizadas cada una de ellas por una asociación de facies.

A su vez estas seis unidades se agrupan en tres estadios evolutivos.

La unidad 1 aparece en la base de la secuencia estudiada con una potencia de 20 cm y está constituida por las asociaciones de facies I (gravas y arenas), II (lutitas laminadas marrón rojizas) y ocasionalmente facies IX (margas gris amarillentas). La unidad 2 presenta una potencia de unos 12 cm y está integrada casi



Fig. 1.- Situación de la cuenca endorreica de Gallocanta.

Fig. 1.- Location of Gallocanta endorheic basin.

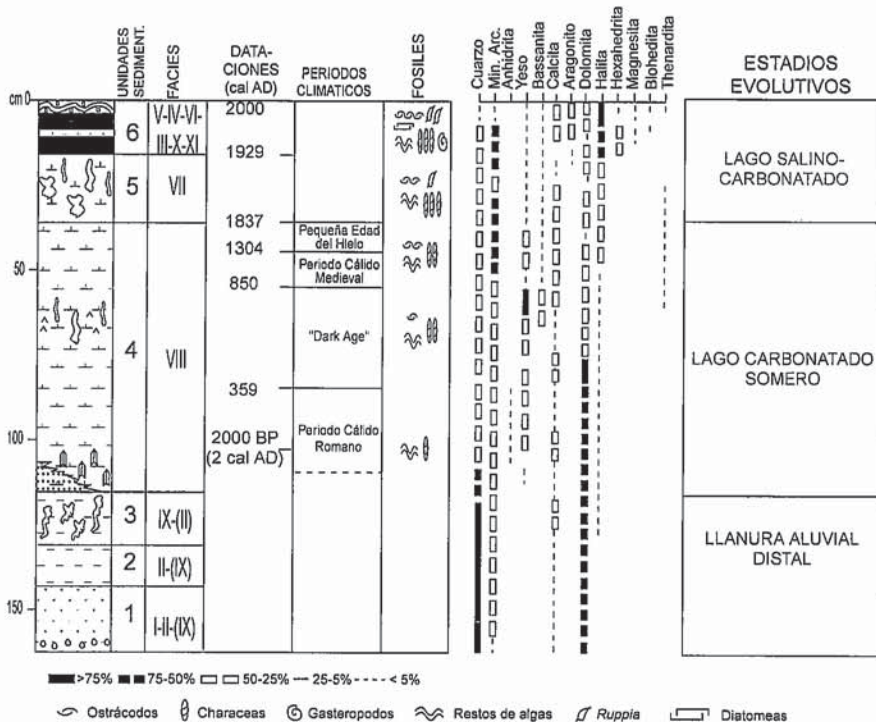


Fig. 2.- Serie tipo de la laguna de Gallocanta realizada en función de la potencia de sedimento.

Fig. 2.- Serie type of Gallocanta lake realized depending on the depth of sediment.

exclusivamente por facies II e intercalaciones de facies IX, mientras que la unidad 3 con una potencia de 16 cm, está formada por facies IX con escasas intercalaciones de facies II.

El conjunto de estas facies define un estadio evolutivo correspondiente a depósitos de llanura aluvial distal el cual se generó antes del año 2000 BP (2 cal AD).

Conocidas las relaciones laterales y verticales de facies y su distribución areal se establece el dispositivo sedimentario desarrollado para este estadio (Fig. 3) de manera que en el entorno de la actual laguna se produce una sedimentación propia de un medio de abanicos aluviales, identificándose con claridad sus partes distales correspondientes a llanuras lutíticas. Estas llanuras estaban surcadas por canales arenosos o bien presentaban depósitos de lóbulos de gravas procedentes del desconfinamiento de canales existentes en el sector de abanico aluvial propiamente dicho. Los sedimentos tienen un claro origen detrítico, procediendo los abanicos aluviales de las áreas montañosas constituidas por materiales del paleozoico y mesozoico que rodean actualmente a la laguna.

Del área fuente situada en el margen norte (Sierra de Santa Cruz) parten abanicos aluviales de corto desarrollo longitudinal (hasta 2,3 km). Procedentes de un área fuente sur también aparecen

abanicos pero con mayor desarrollo longitudinal y menor pendiente.

No tenemos constancia de aportes de procedencia NW o Este-Sureste, pero suponemos que los arroyos de Santed y de la Cañada, que entran a la laguna por el Noroeste ya estaban jerarquizados en este momento. Desde el Este pueden llegar aportes de sistemas aluviales, quedando registrados en depósitos detríticos groseros que rodean la laguna en este sector.

El sector central de la cuenca está ocupado por una llanura lutítica con unas dimensiones máximas de 9,2 km de largo por 5,4 km de ancho. En esta llanura el nivel freático no tenía lámina de agua libre, aunque había zonas que permanecían encharcadas desarrollándose en ellas suelos hidromorfos.

La unidad 4 está constituida principalmente por facies VIII (margas de color gris) que se presentan en niveles de hasta 80 cm de potencia y facies I (gravas y arenas) hacia la base. A lo largo de esta unidad, en los márgenes de la laguna, las facies VIII se relacionan lateralmente con la facies I.

Se observa en esta unidad una evolución tanto en la presencia como en la abundancia de organismos. En la base se encuentran tan sólo restos de characeas y algas, a mitad del nivel hay una mayor abundancia de characeas y presencia de ostrácodos junto con restos de algas, y fi-

nalmente, a techo se encuentran characeas, ostrácodos y restos algales.

Todo el conjunto de la unidad 4 corresponde en el entorno de la actual laguna al desarrollo de un lago carbonatado somero. Según las dataciones establecidas en Roc (2003) este estadio se inicia aproximadamente en el 2000 BP (2 cal AD), coincidiendo con el Periodo Cálido Romano, episodio climático húmedo y de temperaturas cálidas y termina al final de la Pequeña Edad del Hielo, periodo climático frío y seco.

La instalación de este lago se realiza de una manera brusca, sin tránsito gradual con las facies aluviales subyacente. Esta instalación neta se manifiesta además por la presencia de cantos de cuarcita en los sedimentos de la base de este estadio de lago carbonatado.

El dispositivo sedimentario (Fig. 4) pone de manifiesto el desarrollo de amplias áreas lacustres que se relacionan lateralmente con sistemas aluviales.

En este sistema, el área lacustre con lámina de agua permanente presentó unas dimensiones máximas de 8,8 km de largo por 5 km de ancho, mientras que las facies palustres presentaron unas dimensiones máximas de 5 km de largo por 1,1 km de ancho. Estas facies palustres aparecen rodeando al sistema lacustre y son más dominantes en el sector Oeste de la laguna.

El lago llegó a presentar una profundidad máxima superior a 3-4 metros ya que se conservan pequeños cerros en el sector de los Lagunazos de Tornos constituidos por margas grises generadas en este estadio y que presentan entre 1,5 y 2,5 m de altura con respecto a la superficie topográfica actual de la laguna. Por otro lado, las facies palustres quedan a una altura topográfica de 5 m por encima del nivel actual en el borde Sur, mientras que en el borde Norte el paso entre estas facies y las aluviales es muy neto y se sitúa a unos 10 m por encima de la superficie topográfica actual de la laguna.

En cuanto a la evolución de los abanicos aluviales, se manifiesta, con respecto al estadio anterior, una disminución de los aportes detríticos en los abanicos del margen norte, aunque la longitud de los mismos se mantiene. En cambio, el abanico que procede del borde sur, barranco de los Pozuelos, progresa hacia el Norte. En ellos tienen lugar procesos tractivos y de flujos de masas pero de menor energía que en el estadio anterior ya que la pendiente de los abanicos se ha suavizado, por lo que el aporte de terrígenos a la laguna es menor que en el estadio de llanura aluvial.



Fig. 3.- Dispositivo sedimentario desarrollado durante el estadio de llanura aluvial distal.

Fig. 3.- Depositional system developed during the stage of distal alluvial plain.

Por otra parte, el límite entre los abanicos del margen norte que se sitúan próximos a la localidad de Gallocanta y el área palustre adyacente es neto y muy rectilíneo además se manifiesta como un resalte morfológico que va desde dicha localidad hasta el Sur de la localidad de Berrueco, con una dirección NW-SE que es la dirección estructural principal de la Cordillera Ibérica. Este resalte morfológico tiene casi 10 m de desnivel con respecto al límite actual de la laguna. Ello nos induce a pensar que en este sector pueden aflorar parte de facies aluviales del estadio anterior, quedando los sistemas aluviales de este estadio con escaso desarrollo y a veces como canales encajados en sedimentos subyacentes. Este escarpe puede ser debido a la existencia de actividad tectónica reciente en el paso del estadio 1 al 2, lo cual justifica el límite neto entre ambos estadios y la existencia de cantos de cuarcita en las facies margosas basales que marcan el límite entre ambos estadios.

La unidad sedimentaria 5, con una potencia promedio de 20 cm, está integrada por facies VII (margas grises con decoloraciones) y la unidad 6, con una potencia promedio de 16 cm, está formada por facies IV, V, VI, III, X y XI.

Las que presentan un mayor desarrollo son las facies V estando constituidas por láminas de lutitas margosas negras con intercalaciones de bandas más claras. Se presentan en niveles de hasta 30 centímetros de potencia. Están constituidas principalmente por cloruros (halita, bischofita) carbonatos (calcita, magnesita, aragonito, dolomita) así como sulfatos (yeso, thenardita, hexahedrita, bloedita).

Los organismos son muy abundantes, encontrando characeas, ostrácodos, en

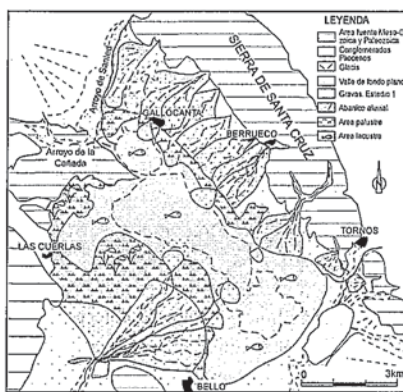


Fig. 4.- Dispositivo sedimentario desarrollado durante el estadio de lago carbonatado somero.

Fig. 4.- Depositional system developed during the stage of shallow carbonated lake.

menor proporción semillas de *Ruppia* y ocasionalmente restos de gasterópodos y diatomeas.

Las facies de barros negros masivos (Facies IV) o laminados (Facies V) junto con las sales (Facies III) representan los depósitos evaporíticos de un lago salino carbonatado. Las facies VI son la alteración por emersión y desecación de estos barros negros (Facies IV y V) y las facies X (Facies de lutitas con *Salicornia* y algas) son los depósitos más marginales de dicho lago indicándonos la línea de costa de la laguna actual. Finalmente las facies XI que se interpretan como depósitos propios de áreas palustres, que se presentan en los márgenes de lagos con muy bajo gradiente.

El conjunto de las unidades 5 y 6 corresponde con el estadio de lago salino-carbonatado datado desde 1837 cal AD hasta la actualidad (Roc *et al.*, 2002).

El inicio de este estadio se produce por un descenso de la profundidad de la lámina agua, en relación con un periodo climático más seco y cálido que en los estadios anteriores, provocando el dominio de los aportes de aguas subterráneas con respecto a las aguas superficiales, favoreciendo la mineralización de la salmuera.

El dispositivo sedimentario reflejado en la figura 5, refleja la cartografía de facies que tienen lugar actualmente.

El sistema lacustre con capacidad de presentar lámina de agua libre tiene menor extensión que en el estadio anterior y se encaja en el sustrato, hecho visible en el sector de los Lagunazos de Tornos donde se conservan cerros testigo del estadio anterior. Presenta longitud máxima de 7,7 km y una anchura máxima de 2,5 km. En el sistema lacustre podemos diferenciar un área central y un área marginal. La primera ocupa una superficie de 3,2 x 1,2



Fig. 5.- Dispositivo sedimentario desarrollado durante el estadio de lago salino-carbonatado.

Fig. 5.- Depositional system developed during the stage of saline-carbonated lake.

km, mientras que la segunda ocupa una extensión máxima de 3 kilómetros de longitud por 1,7 kilómetros de ancho.

En el área central tiene lugar, en épocas secas, la precipitación de sales que dan lugar a una costra salina, la cual puede llegar a recubrir toda la laguna si el periodo de sequía es prolongado, al menos como eflorescencias salinas. En las fases más húmedas, en este área central, se generan barros carbonatados negros. Esto es debido a que en estas fases hay un enorme desarrollo de vida y por consiguiente la precipitación bioinducida de carbonatos, así como la eutrofización de las aguas que favorece las condiciones anóxicas y por tanto la formación de la capa de barro negro rico en materia orgánica.

En el área marginal durante los periodos más húmedos se desarrollan barros negros laminados. Permanece durante largo tiempo emergida produciendo la oxidación de los barros negros que pasan a presentar coloración marrón. En las zonas que corresponden con desembocaduras de barrancos hay depósitos detríticos.

Los depósitos más marginales de la laguna dan lugar a una orla alrededor de la misma, indicando la línea de costa. En ellos, durante los periodos de humedad se desarrolla un tapiz estromatolítico, mientras que en las épocas secas, dicho tapiz se apergamina y la zona es colonizada por *Salicornia ramosissima*.

Son diversas las áreas palustres que se observan alrededor de la laguna con una distribución asimétrica siendo zonas que la mayor parte del año permanecen encharcadas con abundante vegetación hidrófila.

Las facies lacustres marcan una clara asimetría; estando las facies centrales más próximas al borde Norte de la laguna y paralelamente las facies marginales pre-

sentan menos amplitud en este borde que en el Sur-Suroeste. Hecho que se acentúa con las facies palustres actualmente funcionales, cuyas dimensiones máximas son de 2,9 km de longitud y 4,2 km de anchura. Dichas áreas presentan un gran desarrollo en la zona de los Ojos de la Laguna situados al Norte de la localidad de Las Cuerlas y en los Lagunazos de Tornos (SE) mientras que en el borde norte y en el Lagunazo apenas presenta una banda paralela a la línea de costa de menos de 300 m de ancho.

En cuanto a los sistemas aluviales, en el margen norte los abanicos aluviales han retrogradado, quedando restringidos a la cabecera de los barrancos de donde parten canales encajados en sedimentos subyacentes. Actualmente son funcionales los barrancos de la Cruceta, Correlascabras, Trascastillo, arroyo de Prado Ancho, barranco de Santed y Acequia Madre. Estos dos últimos aportan agua superficial a la laguna la mayor parte del año. Mientras, en el borde sur el sector activo del sistema aluvial que procede del Barranco de los Pozuelos se ha desplazado hacia el Noroeste y desemboca generando un pequeño delta que aporta materiales detríticos al interior de la laguna.

### Conclusiones

La interpretación de la evolución vertical del relleno sedimentario de la laguna de Gallocanta nos ha permitido diferenciar tres estadios sedimentarios en la evolución general de la secuencia. Se ha pasado a lo largo del tiempo de una sedimentación propia de zonas aluviales a otra de carácter esencialmente lacustre.

El primer estadio se produce una sedimentación propia de áreas aluviales dista-

les en la que los materiales provienen principalmente de los relieves paleozoicos y mesozoicos que rodean la laguna. Estos sedimentos se depositaron bajo las condiciones climáticas áridas. La reducción en el tamaño de grano y el desarrollo de procesos edáficos así como frecuentes fluctuaciones del nivel freático favorecen el desarrollo de suelos hidromorfos.

Tras este periodo, y en relación con un episodio más húmedo, comienza alrededor del 2000 BP el estadio lacustre con la instalación de un lago carbonatado donde la laguna alcanzó su máximo de profundidad (4 m). La sedimentación durante esta fase fue predominantemente margosa y los organismos (ostrácodos y carofitas) eran abundantes.

Posteriormente, en 1837 cal AD (final de la Pequeña Edad del Hielo) se produce un descenso de la profundidad de la lámina de agua, en relación con una fase más cálida y seca, favorece la mineralización de la salmuera y el paso al tercer estadio de lago salino carbonatado que se da actualmente. Durante este estadio tiene lugar una sedimentación evaporítico-carbonatada con alta producción de materia orgánica debido al desarrollo de organismos en especial de los tapices estromatolíticos. Durante este estadio final el nivel de la lámina de agua ha sufrido numerosas variaciones, estando frecuentemente la superficie lacustre expuesta a condiciones subaéreas. Continuaría existiendo aportes de sistemas aluviales que rodean la laguna

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado por los proyectos nº P122/97 de la DGA y nº

211-175 de la Universidad de Zaragoza. Además se incluye dentro del grupo de investigación del Gobierno de Aragón: "Análisis de cuencas sedimentarias continentales".

### Referencias

- Calvo, J., González, J.M. & Villena, J. (1978): *Tecniterrae*, 21, 1-10.
- González-López, J. M., González Martínez, J., Fernández-Nieto, C., Pardo, G. (1983): *Bol. Soc. Española Min.*, 81-88.
- Mayayo M.J., Luzón, A., Soria, A.R., Roc, A.C., Sánchez Goñi, M.F., Sánchez J.A. & Pérez, A. (2003): *Limnogeology in Spain: A tribute to Kerry Kelts*. (In: Valero Garces, B.). En prensa.
- Pérez, A., Luzón, A., Roc, A.C., Soria, A.R., Mayayo, M.J. & Sánchez, J.A. (2002): *Sediment. Geol.*, 148, 185-202.
- Roc A.C., Sánchez Goñi M.F., Pérez A., Alfonso S., Jouanneau J.M. y Sánchez J.A. (2002): *J. Iberian Geol.*, 28, 243-262.
- Roc A.C. (2003): *Evolución Medioambiental de las lagunas salino-carbonatadas durante el Holoceno en la Cuenca de Gallocanta. Aragón. NE España. Estudio Sedimentológico y Palinológico*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, 451 p.
- Rodo, X., Giralt, S., Burjachs, F., Comin, F.A., Tenorio, R.F. & Julia, R. (2002): *Sed. Geol.*, 148: 203-220.
- Schütt, B. (1998): *J. Paleolimnol.*, 20: 217-234.
- Villena, J. (1969): *Guía Exc. V Reunión Grupo Español de Sedimentología*. Zaragoza 2 p.