

CICLOS PELITICOS DE BAHIA INTERDISTRIBUTARIA DEL NIVEL INTRAMAREAL INFERIOR DEL GRUPO RODA-OROEL (SECTOR OCCIDENTAL DEL PALEODELTA DE AGER, LERIDA)

C. Santisteban (*) y L. Márquez (*)

RESUMEN

Los depósitos deltaicos del Eoceno de Ager (provincia de Lérida) se caracterizan por presentar ciclos a gran escala, formados por alternancias de materiales pelíticos y cuerpos de areniscas. Estos depósitos están formados, en su sector más occidental, por margas de bahía y lóbulos de frente de canal deltaico. En esta zona, algunos de los tramos pelíticos presentan una marcada ciclicidad, formada por la repetición de dos términos. Uno de ellos es margoso y está bioturbado; el otro es arcilloso y presenta una laminación fina, no distorsionada. Para la caracterización de estos ciclos pelíticos se ha estudiado detalladamente el contenido faunístico, secuencias de estructuras y relaciones laterales de parte de los materiales del "Nivel Intramareal Inferior" ("Tramo Superior" del grupo deposicional Roda-Oroel) en el sector comprendido entre el Cementerio de la Régola y el Barranc de Ribellera (Vall d'Ager, Lérida).

Los términos margosos son de color ocre y poseen un contenido faunístico atribuible a un "lagoon" con aguas de salinidad normal o ligeramente hipersalinas. Por su parte, las arcillas laminadas apenas tienen fauna y no presentan signos de bioturbación. Su alto contenido en restos vegetales y evaporitas, sugiere que se depositaron en un ambiente reductor, posiblemente anóxico. Teniendo en cuenta el contexto sedimentario, dicha ciclicidad puede corresponder a períodos de inmersión y períodos de estancamiento, por pérdida de conexión con el mar abierto, de una bahía interdistributaria deltaica.

PALABRAS CLAVE: Bahía interdistributaria, Paleodelta de Ager, Eoceno, Foraminíferos, Lérida.

ABSTRACT

The deposits of the ancient Ager deltaic system (Lérida, Spain) are characterized in some way by the existence of cycles constituted, in a large scale, by alternances of pelites and sandstone bodies. According to geological literature these deposits represent bay marls and stream-mouth-bars, in the eastern-most counterpart. In this area some pelitic sections show a pronounced cyclical pattern devoid to repetitions of two terms: A marly bioturbated one, and the other one, constituted by undisturbed delicately laminated clays.

Part of the deposits of the "Intramareal Inferior" level ("Tramo Superior" of the Roda-Oroel depositional system) in the area comprised between La Régola cemetery and Ribellera gorge, have been studied taking specially into account the faunistic content, sedimentary structures sequences and lateral relationships of these pelitic cycles in order to characterize them.

In that area, three cycles constituted by alternances of marls and clays have been distinguished. As a whole these three cycles are bounded at the top and the bottom by sandstone bodies that have been interpreted as minor-mouth-bars.

The marly terms of these cycles are light brown in colour and show a faunistic content that may be ascribed to a lagoon with normal salinity or slightly hypersaline waters. On the other hand, fauna in the laminated clays is scarce and there is not evidence of bioturbation. The high content of plant remains and evaporites in these clays suggest that they were developed in a reducing environment (probably anoxic).

Boundaries between marls and laminated clays are always net and not erosive. They might be originated by drastic changes in the physical-chemical characteristics of the sedimentary environment where they were deposited. Taking into account the sedimentary context of these clays, this cyclicity might be interpreted as the response to the alternance of successive periods of marine flood and periods of starved waters in a deltaic interdistributary bay when it was disconnected from the open sea.

KEY words: Interdistributary bay, Ager delta, Eocene, Foraminifera, Lérida, Spain.

(*) Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Valencia. Burjassot (Valencia).

Introducción

El objetivo del presente trabajo es el análisis de los materiales pelíticos del nivel "Intramareal Inferior" del "Tramo Superior" (Llompart, 1977) del grupo deposicional de Roda-Oroel (Mutti *et al.*, 1972). Estos depósitos están comprendidos en los materiales ilardienses de La Vall d'Ager (Lérida) (fig. 1).

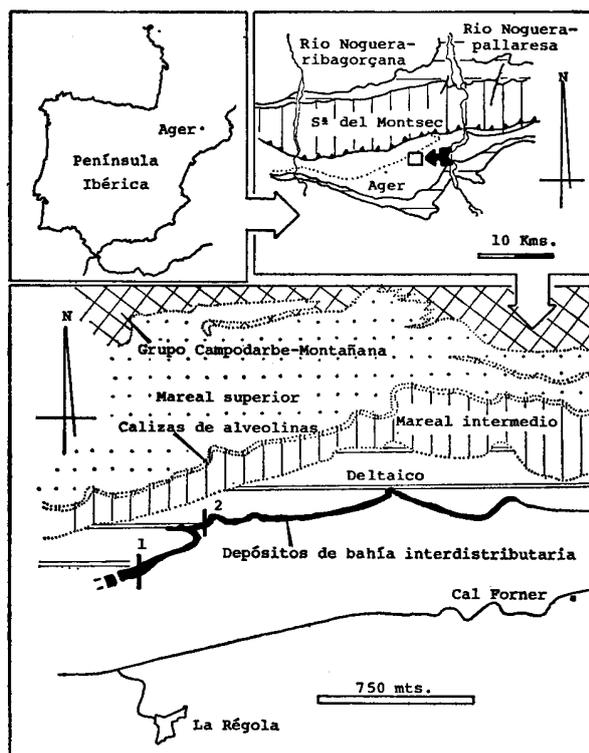


Fig. 1.—Situación geográfica y geológica de la zona estudiada. Mapa geológico según Llompart (1977), modificado.
1) Localización de la columna del Cementerio de La Règola.
2) Localización de la columna del Barranc de Ribellera.

Las pelitas del nivel "Intramareal Inferior" (Llompart, 1977) se hallan interdigitadas con depósitos terrígenos someros de un sistema deltaico del tipo digitado (Paleodelta de Ager, Mutti *et al.*, 1973, 1974). Estas pelitas se depositaron en continuidad lateral con el conjunto de barras de desembocadura del sistema principal de canales distributarios. Están limitadas en su techo y en su base por barras de frente de canal deltaico y contienen hacia el cuerpo principal del delta varias intercalaciones areniscosas correspondientes a pequeños lóbulos de "crevasse" (de frente de canal distributario menor).

Estas pelitas están formadas por un número mínimo de tres ciclos, compuesto cada uno de ellos por dos términos. El término inferior consiste en pelitas marrones con un contenido faunístico atribuible a depósitos someros de bahía. El término superior está formado por arcillas grises azuladas, finamente laminadas, carentes de bioturbación y con un contenido faunístico pobre, lo que indica que fueron depositadas en un medio somero estancado, probablemente anóxico.

Estas pelitas se formaron en el seno de un sistema deltaico cuyos depósitos han sido interpretados como perte-

recientes a un delta del tipo digitado, dominado por procesos fluviales (Mutti *et al.*, 1973, 1974; Ghibaud, 1976). Por sus relaciones laterales con depósitos de barras digitadas de frente de canal deltaico se puede inferir que se formaron en un área situada entre los canales distributarios mayores. El carácter de los ciclos que componen estos depósitos sugiere que responden al registro de la dinámica sedimentaria de una bahía interdistributaria.

Encuadre geográfico y geológico

La Vall d'Ager está situada en el sector subpirenaico central de la provincia de Lérida, próximo al borde norte de la depresión del Ebro. Este valle tiene una orientación este-oeste, concordante con la dirección de los pliegues regionales. Al este está limitado por el río Noguera Pallaresa, mientras que al oeste se encuentra el río Noguera Ribagorçana (fig. 1).

La edad de los materiales terciarios que se presentan en La Vall d'Ager es ilardiense (Luterbacher, 1973; Ferrer *et al.*, 1971). Estos depósitos han sido recientemente objeto de numerosos trabajos, especialmente desde el punto de vista paleontológico (Via, 1959, 1968; Crusafont y Rosell, 1966; Crusafont y Golpe, 1968; Golpe, 1971, 1974; Ferrer *et al.*, 1973; Luterbacher, 1973; De Renzi, 1971; Llompart, 1977) y sedimentológico (Mutti *et al.*, 1972, 1973, 1974; Rosell *et al.*, 1973; Ghibaud, 1976; Llompart, 1977).

Las pelitas objeto del presente estudio se hallan comprendidas en el "Tramo Superior" del grupo deposicional de Roda-Oroel. Según Mutti *et al.* (1973), la parte superior del grupo de Roda-Oroel presenta, de este a oeste, cuatro unidades deposicionales bien caracterizadas ambientalmente: 1) areniscas del sistema deltaico de Ager, 2) depósitos pelíticos de bahía o laguna, 3) depósitos carbonáticos formados por barras de alveolinas, y 4) pelitas y areniscas depositadas bajo la acción de las mareas. Llompart (1977), por su parte, complementa la información ambiental sobre estas cuatro unidades deposicionales y estudia detalladamente la fauna de moluscos de las pelitas de transición entre las barras de alveolinas y el Paleodelta de Ager. Según estos autores, durante la sedimentación del tramo superior del grupo Roda-Oroel, en la zona de Ager existió una cuenca somera limitada al norte por un macizo emergido situado en la misma posición que la Sierra del Montsec. Los principales aportes terrígenos que, procedentes del continente, llegan a esta cuenca, provinieron del sureste y se sedimentaron en el sector este de la misma, dando origen a un aparato deltaico dominado por procesos fluviales (Mutti *et al.*, 1974; Ghibaud, 1976; Llompart, 1977).

El proceso constructivo del Paleodelta de Ager estuvo favorecido por la existencia de una formación de barras de playa (Mutti *et al.*, 1973) desarrolladas sobre un umbral tectosedimentario situado en la vertical del sector de Port d'Ager. Estas barras protegieron el delta de Ager, atenuando la acción mareal procedente del mar abierto, situado en el sector oeste de la cuenca.

Descripción

Los afloramientos del tramo pelítico, integrado en la unidad "Intramareal inferior" (Llompart, 1977) forman una estrecha banda que se extiende de este a oeste entre el Barranc de Fusteró y las inmediaciones de Ager. Estos depósitos son laterales a los materiales del sector oeste del Paleodelta de Ager. En el techo y en la base se hallan limitados por niveles de areniscas de origen deltaico. Dentro del conjunto de afloramientos se ha seleccionado, para su descripción y muestreo más detallados, una pequeña zona comprendida entre el cementerio de La Règola y el Barranc de Ribellera. Se ha elegido esta zona porque en ella aflo-

ran con mayor continuidad estos materiales pelíticos. En cada uno de los extremos de este área se ha medido una serie estratigráfica. Estas series se componen de los siguientes niveles (figs. 2, 3):

Serie al norte del cementerio de La Régola

Nivel R-1: Un metro de conglomerados formados por ostreidos y fragmentos de ostreidos, de tamaño variable (2-4 cms.). La matriz es abundante y está formada por areniscas de grano medio-

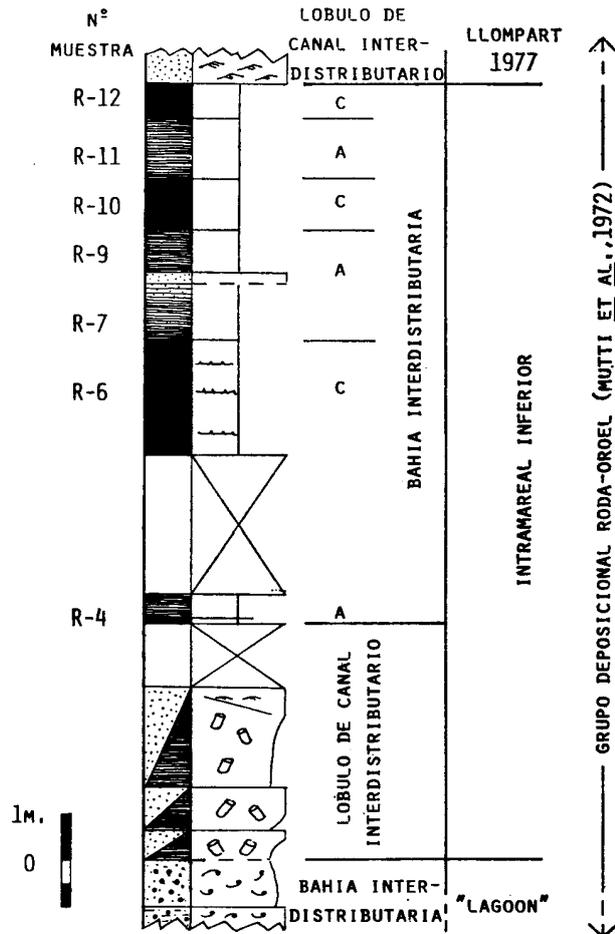


Fig. 2.—Columna estratigráfica de los depósitos pelíticos de bahía interdistributaria, al norte del Cementerio de La Régola. A) Bahía interdistributaria abierta, C) Bahía interdistributaria cerrada.

fino. Esta matriz está intensamente bioturbada, por lo que no es posible la observación de otras estructuras sedimentarias. La proporción de ostreidos con respecto a la cantidad de matriz es variable, disminuyendo de forma gradual hacia el techo; el tamaño de los ostreidos disminuye de la misma manera. El contacto superior de este nivel es transicional.

Nivel R-2: 3,75 metros de areniscas y pelitas arenosas formando alternancias. El espesor de las capas

varía entre 10 y 25 centímetros. Las areniscas son de grano fino-medio y apenas presentan estructuras sedimentarias de corriente debido a que se hallan intensamente bioturbadas. Localmente, al techo de este nivel, pueden reconocerse laminaciones cruzadas tipo "ripple" de corriente y estratificaciones cruzadas a gran escala. Según la variación del tamaño de grano y la ordenación de los espesores de las capas pueden diferenciarse tres secuencias de carácter negativo, de 65 centímetros, 90 centímetros y 2,15 metros, respectivamente. Los contactos entre estas tres secuencias son transicionales entre sí. Las capas superiores de este nivel contienen gran cantidad de bioclastos entre los que se han reconocido orbitolites y fragmentos de gasterópodos.

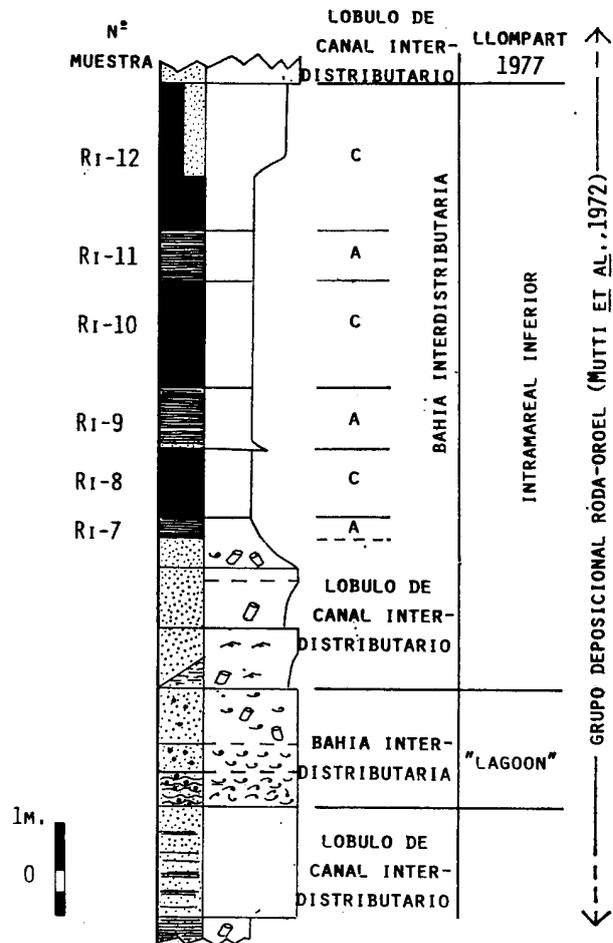


Fig. 3.—Columna estratigráfica de los depósitos pelíticos de bahía interdistributaria, a lo largo del Barranc de Ribellera. A) Bahía interdistributaria abierta, C) Bahía interdistributaria cerrada.

Nivel R-3: 1,35 metros. Cubierto por derrubios de pendiente.

Nivel R-4: 0,2 metros de lutitas con *Pyrazus* y *Amaurellina*. Los fósiles son de tamaños variados y no están orientados.

- Nivel R-5:** Tres metros. Cubierto.
- Nivel R-6:** 2,50 metros de arcillas oscuras con niveles de limonita. Estas arcillas presentan un color gris oscuro en corte fresco y son azuladas cuando están alteradas en superficie. Presentan una laminación fina plano-paralela o ligeramente ondulada. Contienen numerosos restos vegetales y aparentemente están carentes de fauna. El contacto superior de este nivel es neto, no erosivo.
- Nivel R-7:** 1,50 metros de margas de color marrón, amarillentas cuando están alteradas en superficie. Hacia su parte superior contienen, progresivamente, mayor cantidad de componentes de tamaño arena. Presenta numerosos restos, dispersos, de fauna, en forma de moldes. Entre ellos, son de destacar los de orbitolites. El contacto superior de este nivel es transicional.
- Nivel R-8:** 0,52 metros de areniscas de grano medio a grueso, con numerosos restos dispersos de fauna. No presentan estructura interna. Contienen alveolinas, corales (*Dictyaraea octopartita* ORPENHEIM), briozoos, orbitolites, ostreidos y cerítidos. Los bioclastos no se presentan orientados ni están ordenados por tamaños. El contacto superior de este nivel es neto, no erosivo.
- Nivel R-9:** 0,9 metros de pelitas de color marrón, bioturbadas, con gran cantidad de moldes de fauna (alveolinas, etc.). Es semejante por sus características litológicas y contenido faunístico al nivel R-7. El contacto superior de este nivel es transicional.
- Nivel R-10:** Un metro de arcillas oscuras finamente laminadas, carentes de macrofauna. Contienen niveles de limonita de un espesor menor de 0,5 centímetros. El contacto superior de este nivel es neto, no erosivo.
- Nivel R-11:** 1,30 metros de margas de color marrón-amarillento, bioturbadas, semejantes a las de los niveles R-7 y R-9. El contacto superior de este nivel es neto, no erosivo.
- Nivel R-12:** 0,78 centímetros de arcillas de color oscuro, finamente laminadas. Aparentemente no contienen restos de macrofauna y no se hallan bioturbadas. Presentan niveles de limonita, alineaciones lenticulares de yeso y gran cantidad de restos vegetales. El contacto superior de este nivel es neto, no erosivo.
- Techo:** Areniscas de tamaño de grano medio a grueso. Presentan una buena granoselección. Contienen "ripples" de corriente y estratificación cruzada a gran escala.
- Serie del Barranco de Ribellera**
- Nivel Ri-1:** 2,40 metros de intercalaciones de niveles de areniscas, de grano fino, de 10 a 15 centímetros de espesor. Se diferencian en su grado de bioturbación; los niveles menos bioturbados tienen una apariencia más compacta y contienen alveolinas y algún fragmento de ostreido, como bioclastos. Su contacto inferior es transicional, mientras que el superior es neto.
- Nivel Ri-2:** 0,75 metros de conglomerados conteniendo ostreidos como cantos, incluidos en una matriz cuyo tamaño de grano es arena. Presentan, además, un aspecto noduloso debido a una cementación diferencial. El contacto inferior de este nivel es neto y el superior transicional.
- Nivel Ri-3:** 0,60 metros de areniscas con ostreidos que constituyen un 50% del nivel. Estas areniscas se hallan intensamente bioturbadas, por lo que no es posible la observación de estructuras físicas de corriente.
- Nivel Ri-4:** 1,20 metros de areniscas compactas con fragmentos muy dispersos de ostreidos; éstos se presentan acumulados en la parte superior del nivel. El tamaño de grano es arena fina. Se presentan intensamente bioturbado, por lo que no es posible la observación de otras estructuras sedimentarias. El techo de este nivel es neto, no erosivo.
- Nivel Ri-5:** 1,30 metros de areniscas de grano medio-fino. Este nivel presenta una secuencia "thickening and coarsening upward". La parte inferior está formada por intercalaciones de niveles de areniscas compactas y areniscas bioturbadas. Estas intercalaciones tienen menos de 10 centímetros de espesor. Los niveles no bioturbados tienen "ripples" de corriente, que aparecen mejor preservados en la parte alta del nivel. El contacto superior es neto, no erosivo.
- Nivel Ri-6:** 1,30 metros de areniscas bioturbadas de grano fino. Presenta una secuencia "thickening and coarsening upward". La parte inferior de este nivel está más intensamente bioturbada que la parte superior. No aparecen estructuras sedimentarias de corriente. El contacto superior es neto, no erosivo.
- Nivel Ri-7:** 1,20 metros de areniscas de grano fino que hacia el techo pasa transicionalmente a arcillas. Las areniscas están intensamente bioturbadas. La base contiene numerosos fragmentos de ostreidos y un nivel continuo rico en *Pyraxus*. El techo de este nivel es neto, no erosivo.
- Nivel Ri-8:** 1,45 metros de arcillas oscuras, azuladas cuando están alteradas superficialmente. Presenta una laminación fina plano-paralela o ligeramente ondulada. No contiene evidencias de bioturbación. Ocasionalmente, aparecen niveles limoníticos discontinuos. El techo de este nivel es neto, no erosivo.
- Nivel Ri-9:** 1,30 metros de margas arenosas de color ocre. El porcentaje de arena es mayor en la base de este nivel. Presenta signos de bioturbación. El techo de este nivel es neto, no erosivo.
- Nivel Ri-10:** 2,30 metros de arcillas oscuras, localmente azuladas, finamente laminadas. No presentan evidencias de bioturbación. El techo de este nivel es neto, no erosivo.
- Nivel Ri-11:** 1,10 metros de margas ocreas, arenosas. Presentan signos de bioturbación. Este nivel tiene

características litológicas similares a Ri-9. El techo es neto, no erosivo.

Nivel Ri-12: 3,20 metros de arcillas azuladas, finamente laminadas. Hacia el techo aumenta el contenido en arena. Presentan, localmente, niveles de limonita. El techo es neto, no erosivo.

Techo: Areniscas de grano medio a grueso con secuencia "thickening and coarsening upward". Presentan, además, estructura "ripple" de corriente y estratificación cruzada a gran escala.

peña barra digitada de un canal interdistributario menor del Paleodelta de Ager. Esta barra debió desarrollarse en el seno de una bahía, ya que sus materiales se depositaron directamente sobre el banco de ostreidos del tramo 1.

3. Tramo formado por alternancias de margas ocre y azuladas con laminación paralela pobremente preservada, y arcillas gris-azuladas con una laminación fina muy bien conservada. En las series medidas se han podido distinguir un número mínimo de tres ciclos, formado cada uno de ellos por estos dos términos. El contacto entre

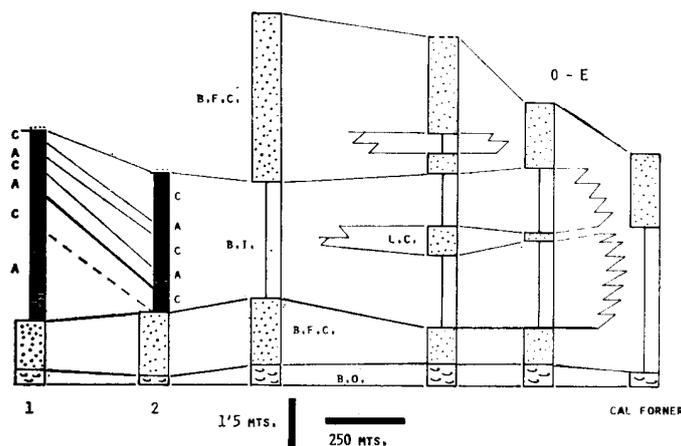


Fig. 4.—Esquema de correlación estratigráfica del sector occidental de los depósitos del Paleodelta de Ager, entre Cal Forner y el Cementerio de La Régola. - B. F. C. Depósitos de barras de frente de canal deltaico; L. C. Lóbulo de "crevasse"; B. O. Banco de ostreidos; B. I. Bahía interdistributaria; C. Depósitos de bahía interdistributaria cerrada; A. Depósitos de bahía interdistributaria abierta; 1. Serie del Cementerio de La Régola; 2. Serie del Barranc de Ribellera.

Análisis de las series

Estas dos series pueden sintetizarse en los siguientes tramos:

1. Tramo de areniscas con ostreidos. Este nivel forma la base de los depósitos deltaicos de la zona estudiada. Hacia el este queda incluido en la unidad deltaica del Paleodelta de Ager. Según Llompart (1977) este nivel puede corresponder a una barra de ostreidos que fue desarrollada en el seno de un medio de laguna.
2. Tramo formado por varias secuencias de areniscas bioturbadas, localmente con "ripples" y estratificación cruzada a gran escala. Estas secuencias tienen un carácter negativo, tanto en lo que hace referencia a la distribución de tamaños de grano como al espesor de las capas. En el sector estudiado estas secuencias no están canalizadas en su techo. Este tramo pierde potencia progresivamente hacia el oeste, hasta desaparecer. Hacia el este pasa, de una forma transicional, a las areniscas del sector oeste del Paleodelta de Ager. Parte de las características sedimentarias de este nivel aparecen enmascaradas o han sido borradas debido a la intensa bioturbación que presentan. No se han encontrado estructuras atribuibles a la acción de las corrientes marales. Por sus características similares a las de las areniscas deltaicas y por su paso gradual a éstas, es posible atribuir los depósitos de este tramo a una pe-

ambos tipos de pelitas es siempre neto, no erosional. Las margas azuladas contienen una fauna muy abundante de gasterópodos y bivalvos (De Renzi, 1971; Llompart, 1977), junto con macroforaminíferos (especialmente *Orbitolites* y, en menor medida, *Alveolina* y *Nummulites*). Localmente estos niveles margosos presentan intercalaciones, de hasta 30 centímetros de potencia, de areniscas con fragmentos de equínidos, ostreidos y corales (*Dictyanaea octopartita* OPPENHEIM). Los levigados de estas margas han suministrado una rica microfauna formada, sobre todo, por foraminíferos y ostrácodos. Sin embargo, el grado de disolución de los restos esqueléticos, por diagénesis superficial, ha impedido la determinación específica en numerosos casos, especialmente en MILIOLINA. El suborden mejor representado es MILIOLINA seguido por ROTALINA y, en menor medida por TEXTULARIINA. Este último suborden no sobrepasa el 10%. Las especies más abundantes que se han podido identificar en estos niveles son: *Miliola prisca* D'ORBIGNY, *Triloculina trigonula* LAMARCK, *Rotalia trochidiformis* LAMARCK, *Valvulina triangularis* D'ORBIGNY y *Valvulina triedra* LE CALVEZ. En algunas muestras es, también, abundante *Elphidium laeve* (D'ORBIGNY).

Los términos de arcillas laminadas no contienen macrofauna y tampoco presentan signos de bioturbación. Su microfauna es muy escasa. Está formada, sobre todo, por foraminíferos, que en su gran mayoría son formas pertenecientes a *Trochammina* sp. De forma muy esporádica se han hallado, también, algunos ejemplares

de miliólidos indeterminados y *Elphidium laeve* (D'ORBIGNY). Las formas aglutinadas son, con mucho, las más abundantes, presentando en todas las muestras valores próximos a 100%.

- El techo de ambas series está formado por un tramo potente de areniscas de grano grueso. Este tramo se continúa hacia el este, fuera del área estudiada. Internamente posee una estratificación cruzada a gran escala hacia el oeste. A menor escala pueden distinguirse "ripples" de corriente. Las estructuras de corrientes indican un sentido de aportes hacia el N 60 W. Estas areniscas poseen una secuencia interna de granoclasificación y espesor de las capas, que es negativa. Por sus estructuras sedimentarias, geometría externa y sus semejanzas con los materiales del primer tramo, se han interpretado estas areniscas como pertenecientes a depósitos de una barra deltaica de frente de canal distributivo menor. Los depósitos de ambos tramos se adelgazan hacia el oeste y se amalgaman gradualmente hacia el este con los materiales del margen occidental del Paleodelta de Ager.

Consideraciones sobre el ambiente deposicional de las intercalaciones pelíticas del tramo 3

(Parte del Intramareal Inferior de Llompart, 1977)

Según la interpretación dada a los tramos 2 y 4 de las series descritas, las pelitas del tramo intramareal inferior fueron depositadas en un ambiente deltaico subacuático marino, intercaladas entre cuerpos de barras digitadas de frente de canales distributivos menores. Hacia el este, estos depósitos se intercalan con areniscas deltaicas, mientras que hacia el oeste pasan a margas.

La presencia en estos depósitos del coral *Dictyariaea octopartita* puede apoyar esta interpretación. Este coral ha sido encontrado, en posición de vida, entre materiales similares del sector de Vic, en la cuenca Eocena catalana (Solé-Sabarís, 1942; Taberner, 1982). Según Taberner (1982) dichos materiales con *Dictyariaea octopartita* de la cuenca de Vic fueron depositados en un medio de bahía interdistributaria entre cuerpos de barras de frente de canal deltaico.

Según Mutti *et al.* (1974) las pelitas que rodean los cuerpos de areniscas del Paleodelta de Ager no pueden interpretarse como depósitos de prodelta. En su opinión fueron depositados en aguas marinas poco profundas, en un ambiente de bahía o laguna con circulación restringida. Posteriormente, Llompart (1979) interpreta los materiales areniscos y pelíticos del nivel "Intramareal Inferior", comprendidos entre Cal Forner y cementerio de La Régola, como depósitos de características mareales. Según esta autora, los ciclos de margas y arcillas que componen el tramo 3, podrían ser interpretados como alternancias de depósitos intermareales (margas de "mudflat") y supramareales (arcillas sedimentadas en un ambiente de "marsh").

Por sus relaciones laterales y estructuras estos depósitos pueden interpretarse como formados en un ambiente de bahía interdistributaria de un sistema deltaico dominado por procesos fluviales. Mutti *et al.* (1974), Ghibaudo (1976) y Llompart (1977) interpretan este delta como digitado. En este tipo de deltas los procesos mareales tienen menor importancia que los propiamente fluviales. En ellos, los depósitos de marea tienen una distribución local y no imprimen carácter al conjunto del sistema deltaico. En el sector estudiado, las margas no presentan estructuras que puedan ser atribuidas propiamente a un mecanismo mareal, fluvial o deltaico. Los depósitos de areniscas que se encuentran en el techo y en la base de estas margas, así como los que aparecen, lateralmente, hacia el este, han sido atribuidos, en este trabajo, a un origen deltaico. Sin embargo,

Llompart (1977) describe la existencia de estructuras bimodales de corriente, del tipo "herringbone" en las areniscas situadas al este del sector estudiado.

En nuestra opinión, en estos ciclos de pelitas y arcillas existen varios aspectos a destacar: en primer lugar, el carácter neto de los contactos entre las arcillas y las pelitas, así como entre las areniscas y las pelitas. En segundo lugar, la ausencia de macrofauna, de bioturbación y de signos de exposición subaérea dentro de los niveles de arcillas laminadas, junto a la presencia de restos vegetales carbonosos, impresiones de hojas, cristales lenticulares de yeso y costras de limonita, hacen pensar en un ambiente de depósito de características reductoras, posiblemente anóxico, que impediría la presencia de fauna capaz de bioturbar el sedimento.

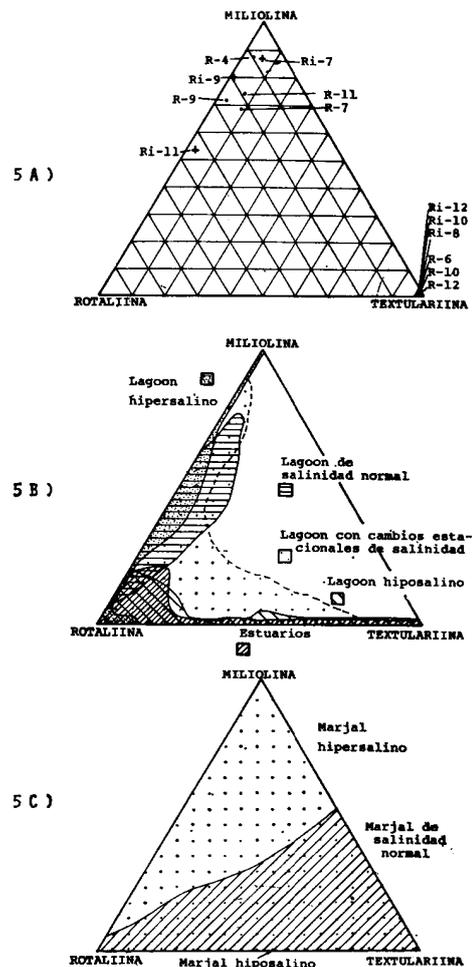


Fig. 5.—5 A) Situación, sobre un diagrama triangular, de las muestras estudiadas, en función de los porcentajes de los subórdenes de foraminíferos presentes. 5 B) Campos correspondientes a estuarios y "lagoons" (según Murray, 1973). 5 C) Áreas ocupadas por los distintos tipos de marjares sobre el diagrama triangular de Murray (1973).

Por lo que respecta a los niveles de margas, éstos están bioturbados, presentan indicios de la actuación de corrientes y contienen gran cantidad de microfauna. Los porcentajes de los tres subórdenes de foraminíferos que aparecen (TEXTULARIINA, ROTALIINA y MILIOLINA) han sido represen-

tados en la figura 5. Debido al estado de disolución que presentan numerosos ejemplares, especialmente de MILIOLINA, las frecuencias relativas de los diferentes taxones que aparecen en la tabla 1, son meramente indicativas.

Las asociaciones en las que aparece una abundancia de formas aporcelanadas (en este caso nunca inferior al 50%) son interpretadas usualmente como pertenecientes a áreas someras de regiones templadas o cálidas, con una salinidad similar a la del mar o superior (ver en este sentido los trabajos de Boltovskoy y Whight, 1976; Phleger, 1960; Brasier, 1980; Haynes, 1981; entre otros).

Por otra parte, la presencia, relativamente abundante, de *Orbitolites* y en menor medida de *Alveolina*, puede indicar, también, que se trata de ambientes someros, situados en zonas protegidas y con una flora submarina abundante (Hottinger, 1973). Formas actuales de *Soritidae* con morfologías similares a *Orbitolites* son epifitas y están asociadas con algas simbiotes, apareciendo en ambientes cálidos, de aguas claras y poco profundas (Haynes, 1981). Por su parte, Brasier (1975) interpreta como pertenecientes a ambientes de praderas marinas de angiospermas, las asociaciones de *Or-*

bitolites, *Valvulina* y pequeños miliólidos del Ypresiense del sureste de Francia (Corbieres); esta fauna es muy similar a la encontrada por nosotros en la cuenca de Ager.

Ferrer *et al.* (1973) estudian los foraminíferos del Ilerdiense de Tremp y asocian la máxima abundancia de *Valvulina*, *Orbitolites* y miliólidos con depósitos litorales de laguna o de plataforma protegida. Por otra parte, la representación de los porcentajes de subórdenes de foraminíferos de las distintas muestras sobre el diagrama triangular de Murray (1973), sitúa a éstas, en general, sobre los campos correspondientes a lagunas de salinidad normal, hipersalinas o con fluctuaciones estacionales de salinidad (fig. 5).

Los niveles arcillosos contienen una microfauna escasa, formada, principalmente, por *Trochammina* sp. Especies de este género aparecen en sedimentos actuales de marjales intermareales (Phleger, 1960; Phleger y Ewing, 1962; Murray, 1971, 1973; Scott, 1976; Scott *et al.*, 1976; Haynes, 1981). Asimismo, por lo que respecta a las formas fósiles, Serova (1961) (*vide* Boltovskoy y Wright, 1976), en un trabajo sobre los sedimentos terciarios del oeste de Kamchatka, describe una alternancia de niveles marinos, con foraminí-

TABLA I

Contenido faunístico de los levigados de las muestras correspondientes a las series de La Régola y Ribellera.

	Serie de La Régola						Serie de Ribellera						
	R-4	R-6	R-7	R-9	R-10	R-11	R-12	Ri-7	Ri-8	Ri-9	Ri-10	Ri-11	Ri-12
FORAMINIFEROS													
<i>Miliola psilca</i> D'ORBIGNY	MA		MA	MA		MA		MA		MA		MA	
<i>Tailoculina taigonula</i> (LAMARCK)	MA		R	A		A	R	A		MA		A	
<i>Quinqueloculina cf. ludwigi</i> REUSS			E			R							
<i>Spiroloculina</i> sp.			E										
<i>Orbitolites</i> sp.	MA		A	E		R				R		R	
<i>Alveolina</i> sp.	E		A	R		R				E			
Miliolidae indeter.	MA		MA	MA		MA	R	MA		A	R	A	
<i>Spiroloculina cf. angulosa</i> TERQUEM										R			
<i>Valvulina triangulaxis</i> D'ORBIGNY	MA		MA	A		MA		MA		E		E	
<i>Valvulina taiedea</i> LE CALVEZ	E		A			MA		E		E		A	
<i>Valvulina pupa</i> D'ORBIGNY				E		A		R				R	
<i>Valvulina angulosa</i> LE CALVEZ	E					A		E		E		E	
<i>Clavulina columnatoatilis</i> (D'ORBIGNY)	R		A	R				E					
<i>Trochammina</i> sp.		A			E		A		A		A		A
<i>Ammodiscus</i> sp.								R					
<i>Ataxophaegminidae</i> ?								R					
Lituolidae ?													E
<i>Rotalia trochidiformis</i> LAMARCK	A		MA	E		MA		A		A			
<i>Rosalina parisiensis</i> D'ORBIGNY	E		A	E		R				E			
<i>Asteaigulina cf. bastoniana</i> TEN DAM				A									
ROTALIINA indeter.			MA	E	R	E		R		R			
<i>Discorbis pexovalis</i> (TERQUEM)			R	R				R		R			
<i>Lenticulina</i> ?				R									
<i>Elphidium laeve</i> (D'ORBIGNY)	E		R	MA	R	A		E		E		MA	
<i>Anomalina</i> ?										R			
<i>Asteaigulina</i> ?										R			
<i>Gavelinella</i> sp.	E												
<i>Humulites</i> sp.	E							R		E			
Foram. planctónicos indeter.			R	R		R		R		R			
OTROS													
Bivalvos	X	X	X		X			X	X		X		X
Gasterópodos	X	X	X		X			X	X		X		X
Equinodermos	X												
Briozoos	X							X					
Serpúlidos	X												
Ostrácodos	X	X	X		X			X	X				
Otros crustáceos	X												
Corales								X					

Abreviaturas: R=Raro ; E=Escaso ; A=Abundante ; MA=Muy Abundante ; X=Presencia

feros y moluscos, y pequeñas capas de arcillas lignitíferas con *Trochammina vitrea* SEROVA. Estos últimos niveles son interpretados como depósitos de zonas pantanosas en las que solo podría vivir la especie citada. De la misma manera, Murray y Wright (1974) interpretan como marjales hiposalinos ciertos niveles del Eoceno del sur de Inglaterra, en los que únicamente aparecen ejemplares, muy pequeños y escasos, de *Trochammina*.

La representación de los porcentajes de los subórdenes de foraminíferos presentes en muestras de estos niveles, sobre el diagrama triangular, sitúa a todas ellas sobre las áreas correspondientes a los distintos tipos de marjales establecidos por Murray (1973) (fig. 5). No es posible, sin embargo, con los datos que se poseen en este momento (fauna escasa y mal conservada), dilucidar qué tipo de marjal se trata. Por otro lado, hay que tener en cuenta los posibles sesgos, en la composición de la fauna, producidos por la existencia, en este tipo de ambientes, de pH bajos que disuelven las conchas de las formas no aglutinadas, con lo que se incrementan los porcentajes de TEXTULARIINA (Phleger, 1960; Murray, 1971).

* * *

En resumen, según parecen indicar los ciclos de pelitas, éstas se depositaron en un ambiente cuyas características cambiaron periódicamente desde las de una laguna de salinidad normal a las de un marjal con aguas estancadas. Dentro de un modelo de bahía interdistributaria los términos de estos ciclos reflejan dos tipos de depósitos de bahía: 1) bahía interdistributaria abierta con circulación marina (margas), y 2) bahía interdistributaria cerrada, con aguas estancadas (arcillas laminadas). El carácter de cada ciclo guarda cierta semejanza con las secuencias "A" (inundación por desborde) de Elliott (1974). Sin embargo, por el carácter pelítico de dichos ciclos, estos depósitos debieron haber sido formados en áreas interdistributarias libres de aportes directos de sedimentos terrígenos. A nuestro juicio, los ciclos de pelitas son el reflejo de la dinámica sedimentaria de una bahía interdistributaria de un delta digitado dominado por procesos fluviales.

Conclusiones

Los materiales pelíticos estudiados se disponen lateralmente respecto a los depósitos de areniscas del Paleodelta de Ager. A su techo y base se hallan limitados por cuerpos de areniscas que pasan, transicionalmente, a los materiales deltaicos. Estas areniscas poseen secuencias "thickening and coarsening upward" y estructuras de corriente que nos permiten interpretarlas como barras de frente de canales interdistributarios menores. No se han encontrado en estas barras estructuras atribuibles a mareas, lo cual se relaciona con el hecho de que el Paleodelta de Ager responde al modelo de delta digitado constructivo dominado por procesos fluviales (Ghibaud, 1976). Por sus relaciones espaciales se puede interpretar que las pelitas fueron depositadas en áreas de

bahía interdistributaria entre los canales deltaicos menores en un área lateral del sistema principal de canales del Paleodelta de Ager.

Estas pelitas se componen de ciclos de margas y arcillas. Las primeras se hallan bioturbadas y contienen una abundante fauna de bivalvos y foraminíferos. El estudio de los foraminíferos sugiere que se depositaron en un ambiente de bahía abierta con aguas de salinidad normal o ligeramente hipersalinas. Las arcillas no contienen evidencias de bioturbación y presentan muy escasa fauna. Contienen restos carbonosos de vegetales que indican la existencia de un ambiente reductor posiblemente con ciertas características anóxicas. La fauna de foraminíferos, muy pobre, sugiere que fueron depositadas en un ambiente de marjal.

La ciclicidad que presentan estas margas, dentro del contexto de la sedimentación deltaica, puede interpretarse como fruto de la dinámica de una bahía interdistributaria, con períodos de inmersión marina y períodos de estancamiento de aguas y desarrollo de marjales por pérdida de conexión con el mar abierto.

Agradecimientos

Agradecemos al doctor M. De Renzi (Departamento de Geología de la Facultad de Biológicas de la Universidad de Valencia) la sugerencia de la realización del presente estudio, así como el haber colaborado en los trabajos de campo. También queremos expresar nuestro reconocimiento al doctor J. Rosell (Departamento de Estratigrafía de la Universidad Autónoma de Barcelona) por la lectura crítica del manuscrito.

El presente trabajo ha sido realizado durante el período de disfrute, por parte de uno de los autores (C. de Santisteban) de una beca postdoctoral de Reincorporación a España, del Plan de Formación de Personal Investigador del Ministerio de Educación y Ciencia.

Bibliografía

- BOLTOVSKOY, E. y WRIGHT, R.
1976. *Recent Foraminifera*, Junk Publish. La Haya, 515 páginas.
- BRASIER, M. D.
1980. *Microfossils*, George Allen & Unwin Ltd., Londres, 193 págs.
- CRUSAFONT, M. y ROSELL, J.
1966. Primera datación de los tramos superiores del Eoceno continental de la cuenca de Ager (provincia de Lérida). *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, 83, 79-92.
- CRUSAFONT, M. y GOLPE, J. M.
1968. Los nuevos yacimientos de mamíferos del Eoceno español. *Bol. Geológico y Minero*, 79, 341-353.
- DE RENZI, M.
1971. *Las faunas de moluscos fósiles del Eoceno inferior del Prepirineo de Lérida*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, 525 págs.

- ELLIOT, T.
1974. Interdistributary bay sequences and their genesis. *Sedimentology*, 21, 611-622.
- FERRER, J.; LUTERBACHER, H. P.; MUTTI, E. y ROSELL, J.
1971. El Paleógeno marino de la región de Tremp (Cataluña). I. Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica, Madrid, Sección 1 (Geol.), 2, 813-827.
- FERRER, J.; LE CALVEZ, Y.; LUTERBACHER, H. P. y PREMOLI-SILVA, I.
1973. Contribution à l'étude des foraminifères ilerdiens de la région de Tremp (Catalogne). *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, 29, 1-107.
- GHIBAUDO, G.
1976. Depositi di barra di foce nel Paleogene della Valle di Ager (provincia di Lérida, Spagna). *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 94, 2131-2154.
- GOLPE POSSE, J. M.
1971. Los suiformes del Terciario español y sus yacimientos. *Paleontología y evolución, Sabadell*, 2, 1-119.
1974. Faunas de yacimientos con suiformes en el Terciario español. *Paleontología y evolución, Sabadell*, 8, 1-87.
- HAYNES, J. R.
1981. *Foraminifera*. MacMillan Publish., Londres, 433 páginas.
- HOTTINGER, L.
1973. Selected Paleogene larger Foraminifera. In: *Atlas of Paleobiogeography* (A. Hallam, edit.), Elsevier Publ. Amsterdam, 443-452.
- LUTERBACHER, H. P.
1973. La sección tipo del piso Ilerdiense. *XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología*, Madrid, 113-140.
- LLOMPART, C.
1977. Paleocología de la fauna de moluscos ilerdienses de la Vall d'Ager (prov. Lleida). *Public. de Geologia, Univ. Autònoma de Barcelona*, 7, 1-252.
- MURRAY, J. W.
1971. Living foraminiferids of tidal marshes, a review. *Jour. Foram. Res.*, 1, 153-161.
1973. *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids*. Heinemann Ed., 275 págs.
- MURRAY, J. W. y WRIGHT, C. A.
1974. Paleogene Foraminiferida and Paleocology, Hampshire and Paris basin and the English Channel. *Spec. pap. in Paleontology*, 14, 1-30.
- MUTTI, E.; LUTERBACHER, H. P.; FERRER, J. y ROSELL, J.
1972. Schema stratigrafico e lineamenti di facies del Paleogene marino della zona centrale sudpirenaica tra Tremp (Catalogna) e Pamplona (Navarra). *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 11, 391-416.
- MUTTI, E.; OBRADOR, A. y ROSELL, J.
1973. Sedimentii deltizii e di piana di marea nel Paleogene della Valle di Ager (provincia di Lérida, Spagna). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 92, 517-528.
- PHLEGER, F. B.
1960. *Ecology and distribution of Recent Foraminifera*. Oxford Univ. Press, 297 págs.
- PHLEGER, F. B. y EWING, G. C.
1962. Sedimentology and oceanography of coastal lagoons in Baja California, México. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 73, 145-181.
- SCOTT, D. R.
1976. Quantitative studies of marsh foraminiferal patterns in southern California and their application to Holocene stratigraphic problems. *Benthonics '75. Maritime Sediments, Spec. Publ.*, 1, 153-170.
- SCOTT, D. B.; MUDIE, P. J. y BRADSHAW, J. S.
1976. Benthonic foraminifera on three southern California lagoons: ecology and recent stratigraphy. *Jour. Foram. Res.*, 6, 59-75.
- SOLÉ-SABARÍS, L.
1942. La fauna coralina del Eoceno catalán. *Mem. R. Soc. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, 26, 259-439.
- TABERNER, M. C.
1982. *Evolución ambiental y diagenética de los depósitos del Terciario inferior (Paleoceno y Eoceno) de la cuenca de Vic*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, 1.400 págs.
- VÍA, L.
1959. Decápodos fósiles del Eoceno español. *Bol. Inst. Geol. y Min. de España*, 70, 335-402.
1968. Aportación paleontológica a la síntesis estratigráfica y cronoestratigráfica del Eoceno marino de Cataluña. *Actas V Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos, Jaca-Pamplona*, 3-58.

Entregado el 9 de abril de 1984.
Aceptado el 27 de noviembre de 1984.