

ESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO FÍGOLS (PALEÓGENO, CUENCA DE GRAUS-TREMP, NE DE ESPAÑA)

X. Barberà, M. Marzo, S. Reguant, J.M. Samsó, J. Serra-Kiel y J. Tosquella

Grup de Geodinàmica y Anàlisi de Cuenques. Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia. Universitat de Barcelona. Facultat de Geologia. Zona Universitària de Pedralbes. 08071 BARCELONA.

Resumen: Se propone una nueva subdivisión lito, bio y cronoestratigráfica para los sedimentos marinos someros del Paleoceno superior-Eoceno inferior de la cuenca de Graus-Tremp, donde se definió el estratotipo del Ilerdiense. Dichos sedimentos, que constituyen el Grupo Fígols, están representados por una sucesión detrítico-carbonatada cuyo espesor oscila entre los 180 m y los 750 m. Se caracteriza por el predominio de margas hacia el centro de cuenca y por la presencia de cinco cuerpos carbonatados en su margen meridional, los cuales reducen su potencia y presentan características de profundización hacia el centro de cuenca. El Grupo Fígols se ha subdividido en tres Formaciones y nueve Miembros. Dicho Grupo se depositó entre los 55.7 Ma y los 52.5 Ma, contemporáneamente al emplazamiento de la lámina cabalgante del Montsec. Como consecuencia se pueden reconocer diversas discontinuidades estratigráficas, los límites de las cuales coinciden a la vez, con las unidades bio y cronoestratigráficas definidas. La parte basal de la Formación margas de Tendrui y los primeros metros del Miembro calizas de La Guàrdia de Noguera, corresponden al Ilerdiense inferior 1 o biozona SB5. El resto del Miembro calizas de La Guàrdia de Noguera y la parte de la Formación margas de Tendrui comprendida hasta la base del Miembro calizas de Estorm se sitúa en el Ilerdiense inferior 2 o biozona SB6. Las margas de Tendrui comprendidas desde la base del Miembro Estorm hasta el techo del Miembro calizas de Alsina corresponden al Ilerdiense medio 1 o biozona SB7. Desde el techo del Miembro Alsina hasta el techo de la Formación margas y areniscas litareníticas de Puigverd la sucesión se atribuye al Ilerdiense medio 2 o biozona SB8. Finalmente, el Ilerdiense superior o biozona SB9, se encuentra representado por la Formación margas y areniscas arcósicas de Porredó. El Grupo Fígols muestra una evolución vertical caracterizada por la superposición de materiales esencialmente carbonatados, litareníticos y arcósicos, coincidentes con las tres formaciones definidas respectivamente. Cada una de ellas presenta características propias en cuanto a su interpretación sedimentológica, sentido de paleocorrientes y significado paleogeográfico. Así, los materiales carbonatados y litareníticos llegaron a la cuenca desde el NE, a través del espacio situado entre la rampa lateral de la lámina del Montsec y el frente cabalgante de Bóixols, mientras que los materiales arcósicos registran una procedencia del sector septentrional.

Palabras clave: Litoestratigrafía, bioestratigrafía y cronoestratigrafía, Ilerdiense, Paleoceno superior-Eoceno inferior, cuenca Graus-Tremp, Zona Central Surpirenaica.

Abstract: A litho, bio and chronostratigraphic subdivision of the Ilerdian stratotype in the Graus-Tremp basin is proposed. The Fígols Group comprises a succession of shallow-marine sediments about 750 m in thickness. This succession is characterized by a predominance of marls towards the basin-depocenter and by the development of five carbonate bodies in the southern marginal areas. The Fígols Group includes three formations and nine members. It was deposited between 55.7 Ma and 52.5 Ma, contemporaneously to the Montsec thrust sheet emplacement. As a consequence, several stratigraphic unconformities have been recognized. These coincide with the boundaries of bio-chronostratigraphic units. The lower part of the Tendrui marls Formation and the first meters of the La Guàrdia de Noguera limestone Member correspond to the Lower Ilerdian 1 or biozone SB5. The rest of the La Guàrdia de Noguera Member and part of the Tendrui Formation, up to the base of the Estorm limestone Member are located in the Lower Ilerdian 2 or biozone SB6. From the base of the Estorm Member to the top of the Alsina limestone Member, the Tendrui marls correspond to the Middle Ilerdian 1 or biozone SB7. From the top of the Alsina Member to the top of the marls and the litharenitic sandstones of the Puigverd Formation, the Middle Ilerdian 2 or biozone SB8 is represented. Finally, the Upper Ilerdian or biozone SB9 extends from the base to the top of the mudstones and arkosic sandstones of the Porredó Formation. The Fígols Group is characterized by a vertical evolution showing the superposition of carbonatic, litharenitic and arkosic materials which coincide with the three defined formations. Every formation is characterized by specific sedimentary environments, paleocurrent directions and paleogeographic significance. Moreover, the carbonatic and litharenitic sediments entered the basin from the northeastern margin whereas the arkosic sediments show a clear northern provenance.

Key words: Lithostratigraphy, biostratigraphy and chronostratigraphy, Ilerdian, Upper Paleocene-Lower Eocene, Graus-Tremp Basin, South-Pyrenean Central Zone.

Barberà, X., Marzo, M., Reguant, S., Samsó, J.M., Serra-Kiel, J. y Tosquella, J. (1997): Estratigrafía del Grupo Fígols (Paleógeno, cuenca de Graus-Tremp, NE de España). *Rev. Soc. Geol. España*, 10 (1-2): 67-81.

Dadas las excelentes condiciones de afloramiento de los materiales del Terciario inferior de la cuenca de Graus-Tremp, se han efectuado numerosos estudios sobre la estratigrafía y sedimentología de esta zona de la cuenca surpirenaica. En concreto, en el área de Tremp situada en el sector más oriental de la cuenca de Graus-Tremp y objeto de este estudio los trabajos estratigráficos previos se deben a Luterbacher (1969, 1970, 1973), Ferrer *et al.* (1973), Gaemers (1974, 1978a, 1978b), Nijman y Nio (1975), Fomesu (1984), Mutti *et al.* (1988), Eisencheer y Luterbacher (1992) y Luterbacher *et al.* (1992). Estos trabajos, que representan una importante contribución al conocimiento de la sedimentología y de la evolución tectono-sedimentaria del sector oriental de la cuenca de Graus-Tremp, adolecen, sin embargo, de una notoria falta de uniformidad en la nomenclatura estratigráfica utilizada. La subdivisión que se propone describe la sucesión de lo que se ha definido como Grupo Fígols de un modo más objetivo y realista que las propuestas previas, y permite una reconstrucción de su historia geológica más precisa y mejor calibrada cronológicamente. El cambio de rango (de Formación Ager a Grupo Fígols) obedece a la clara definición de unidades cartografiables con rango de formación y a la uniformización de unidades, ya que las unidades infra y suprayacentes son asimismo grupos, mientras que el cambio de nombre se debe a que no podemos utilizar los mismos nombres en cuencas diferentes.

Los sedimentos marinos someros del área de Tremp estudiados presentan el interés adicional de ser los materiales sobre los cuales Hottinger y Schaub (1960) definieron el Ilerdiense. Su estratotipo se localiza en la sección que aflora a lo largo de la carretera C-1311 de Tremp a Puente de Montañana, entre los kilómetros 21,4 y 13,2, desde la localidad de Claret al collado de Montllobat. Estos sedimentos marinos yacen sobre los materiales de facies continentales-transicionales del Grupo Tremp (Cuevas, 1989), también conocidas como «facies garumnienses», de edad Maastrichtiense-Paleoceno y se disponen bajo los sedimentos continentales de edad Cuisiense del Grupo Montañana (Nijman y Nio, 1975).

Bioestratigráficamente el Ilerdiense se caracterizó por medio de macroforaminíferos bentónicos, principalmente alveolínidos y nummulítidos, taxones que permitieron a Hottinger y Schaub (1960), Hottinger (1960) y Schaub (1969, 1981) establecer, de base a techo, las siguientes biozonas:

- Ilerdiense inferior 1: *Alveolina cucumiformis*, *Nummulites fraasi* y *Assilina prisca*.
- Ilerdiense inferior 2: *Alveolina ellipsoidalis*, *Nummulites fraasi* y *Assilina arenensis*.
- Ilerdiense medio 1: *Alveolina moussoulensis*, *Nummulites robustiformis* y *Assilina aff. arenensis*.
- Ilerdiense medio 2: *Alveolina corbarica*, *Nummulites exilis* y *Assilina leymeriei*.
- Ilerdiense superior: *Alveolina trempina*, *Nummulites involutus* y *Assilina adriánensis*.

A la vista de la importancia bioestratigráfica de la sección de Tremp y de otras secciones limítrofes con ella, su contenido fosilífero en taxones significativos, tales como nanoplanctón calcáreo, foraminíferos planctónicos, dinoflagelados, microforaminíferos y macroforaminíferos bentónicos, han sido ampliamente estudiados por diversos especialistas (Molina *et al.*, 1992; Serra-Kiel *et al.*, 1994).

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

- la definición y caracterización de las unidades litoestratigráficas formales de los sedimentos marinos del Paleoceno superior-Eoceno inferior de la cuenca de Graus-Tremp en el área de Tremp. Para dicha formalización se siguen las normas establecidas en la «International Stratigraphic Guide» (Salvador, 1994). En nuestro caso, partimos de una cartografía a escala 1:25.000 (Barberà y Corregidor, 1991), en la que se han diferenciado diversos cuerpos de escala métrica a decamétrica a los que se les asigna rango de miembros perfectamente caracterizables y cartografiables.
- la determinación de la posición cronoestratigráfica de las unidades litoestratigráficas definidas, a partir del estudio magnetoestratigráfico de Pascual (1992) y de la revisión bioestratigráfica propuesta por Molina *et al.* (1992) y Serra-Kiel *et al.* (1994).

Situación geológica

La cuenca de Graus-Tremp (Fig. 1) se localiza en el Pirineo meridional, dentro de la denominada Unidad Surpirenaica Central (Séguret, 1972). Esta unidad tectónica está formada por tres láminas cabalgantes (Muñoz, 1992) que, de sur a norte, son:

- Lámina de las Sierras Marginales, que a su vez comprende una serie de pequeñas subunidades. La subunidad situada más al norte y en contacto con el frente de la Lámina del Montsec presenta a techo los materiales de la cuenca de Ager. En ella se reconocen sedimentos sintectónicos del Eoceno inferior que han permitido la datación del movimiento de la Lámina del Montsec (Séguret, 1972; Garrido-Megías, 1973). El frente sur de los cabalgamientos de las Sierras Marginales está fosilizado por los materiales aluviales del Oligoceno y Mioceno.

- Lámina del Montsec, localizada al Norte de la unidad anterior. Está formada por un conjunto de sedimentos, principalmente del Cretácico superior, con una estructura interna ligeramente sinforme (Fig. 2). A los materiales mesozoicos de la lámina cabalgante se superponen sedimentos continentales y marinos del Paleoceno y del Eoceno inferior-medio que constituyen el relleno de la cuenca de Graus-Tremp, cuyos límites geográficos son el área de Tremp, al este, y la cuenca de Ainsa, al oeste.

- Lámina de Bóixols, situada en el extremo septentrional de la Unidad Surpirenaica Central. Es la unidad estructural superior y por tanto más antigua, limitando al norte con la zona axial. Está formada por materiales del Cretácico inferior, con una estructura interna de sin-

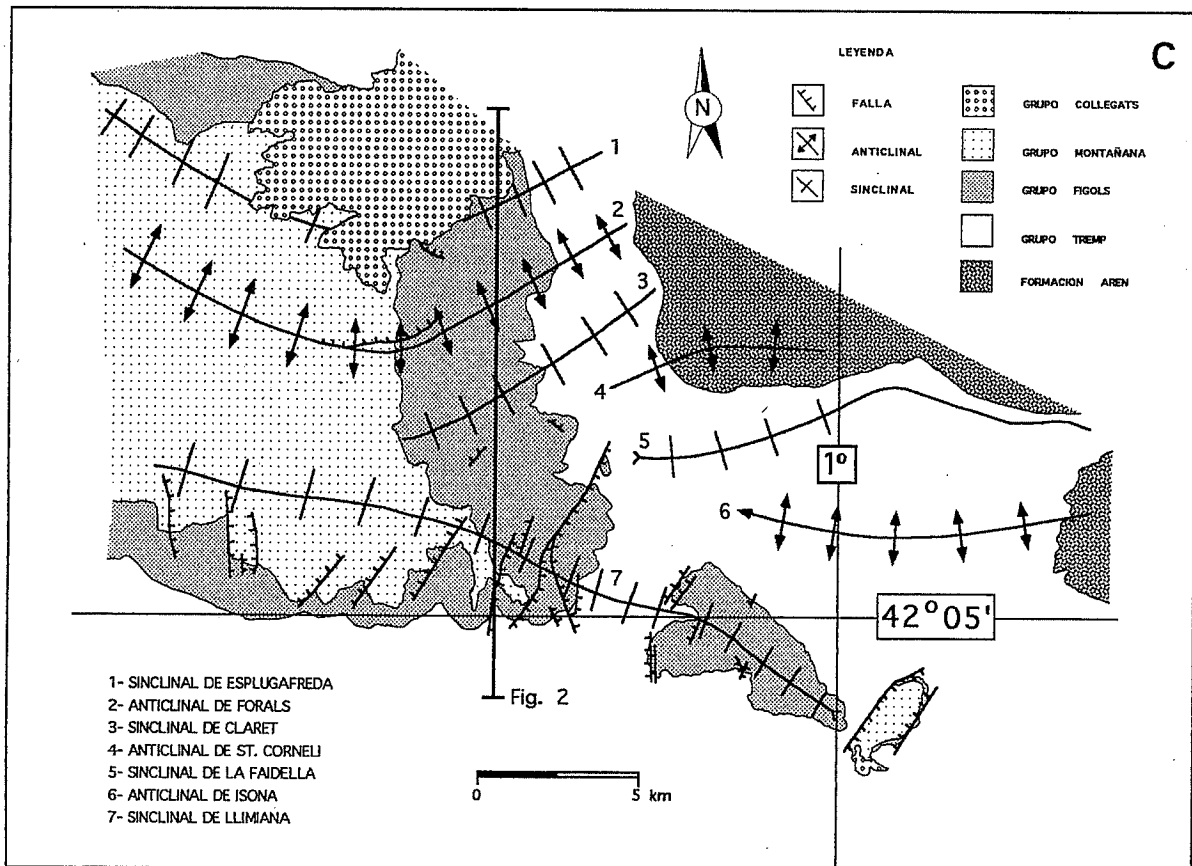
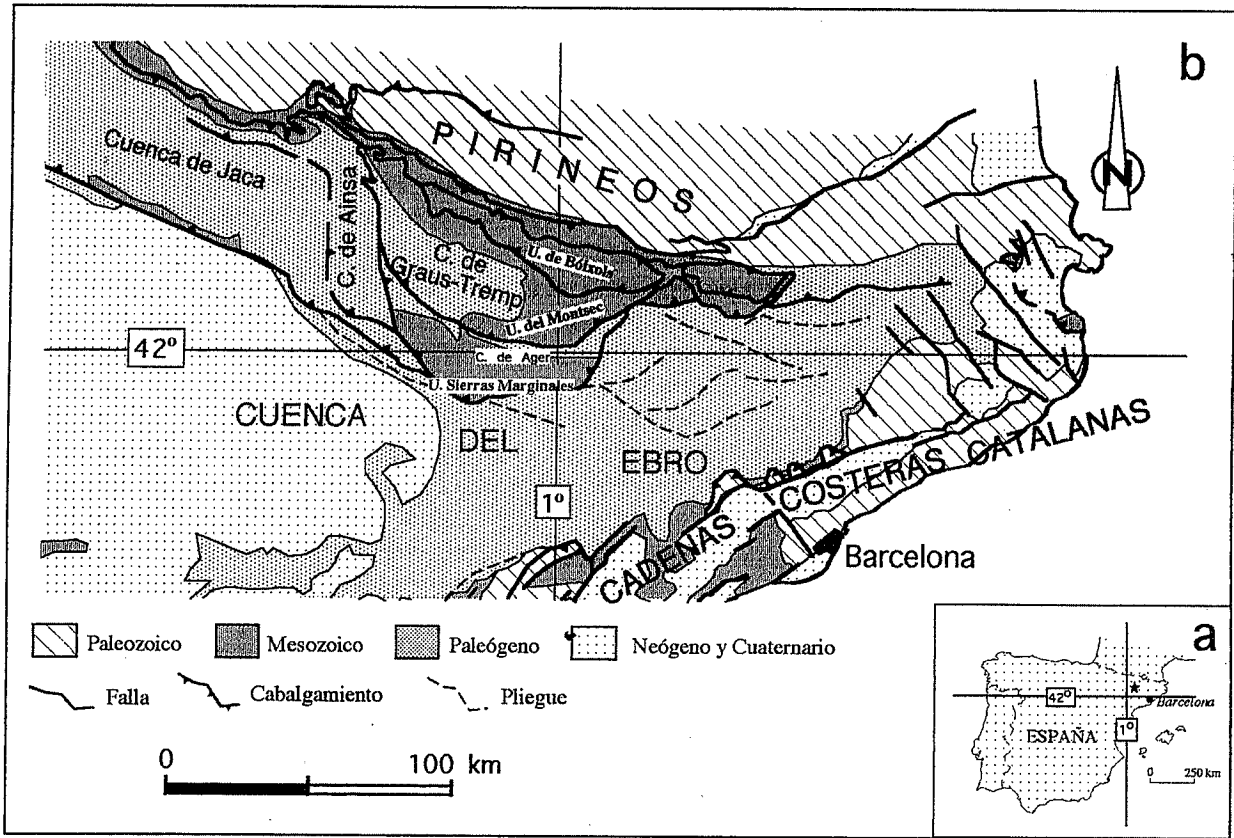


Figura 1.- a,b: Situación y contexto geológico de la cuenca de Graus-Tremp; c: esquema geológico con indicación de estructuras mayores y del trazado del corte de la figura 2.

S-N

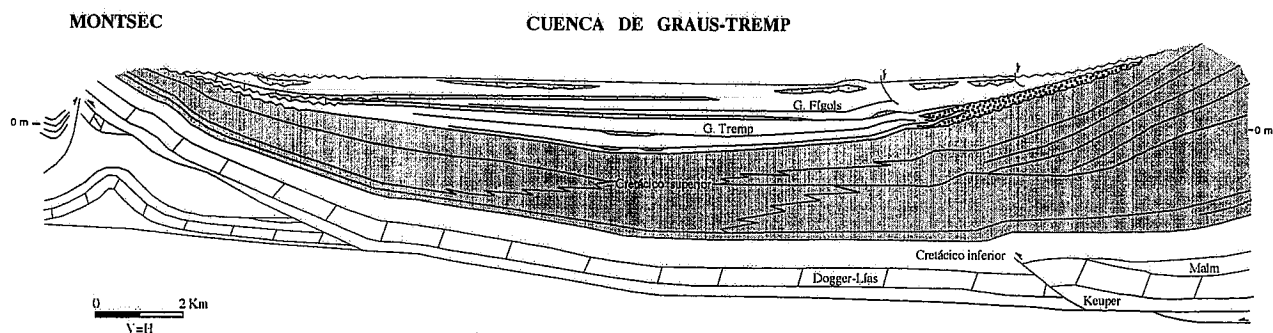


Figura 2.- Corte estructural de la cuenca de Graus-Tremp a partir de Vergés (1993) y datos propios (0m indica la posición actual del nivel del mar).

clinal complejo. La lámina cabalgante está fosilizada, en parte, por los sedimentos de los Grupos Arén y Tremp, de edad Maastrichtiense y Paleoceno.

Los materiales estudiados se sitúan en el sector oriental de la cuenca de Graus-Tremp, que constituye una cuenca de *piggy-back* desarrollada a techo de la lámina cabalgante del Montsec. Como se ha dicho anteriormente, la sucesión se estructura en un amplio sinforme (sinclinal de Tremp), el eje del cual se orienta en dirección WNW-ESE. Esta estructura se complica por la presencia de una serie de pliegues (sinclinal de Llimiana, anticlinal de Forals, sinclinal de Esplugafreda,...) (Fig. 1c) y cuatro familias de fallas normales, entre las que cabe citar por su importancia las de orientación NE-SW y las E-W, éstas últimas de carácter sinsedimentario.

Litoestratigrafía

El grupo Fígols

La denominación Fígols fue utilizada por primera vez por Fonnesu (1984) para denominar la «Secuencia Depositional» que comprende los sedimentos marinos de edad Ilerdiense en el área de Tremp. Este autor diferenció dentro de la Secuencia Depositional de Fígols un conjunto de «Sistemas Depositionales» con unas variaciones de facies y de potencias importantes. Así, en la zona central de la región estudiada, se alcanza la máxima potencia y predominan los sedimentos siliciclásticos, mientras que en la zona meridional, la potencia es más reducida y predominan los sedimentos carbonatados.

Con anterioridad y posterioridad al trabajo de Fonnesu (1984) diversos autores han propuesto subdivisiones diversas que se resumen en la figura 3. Una discusión más detallada de las propuestas de los diversos autores se puede encontrar en Barberà (1995).

En el presente trabajo, se define formalmente el Grupo Fígols como el conjunto de sedimentos marinos que limitan en su base con los sedimentos continenta-

les del Grupo Tremp («facies garumnienses») y a techo con los sedimentos continentales del Grupo Montañana. Los tres grupos forman parte del material que se desliza formando el relleno de la cuenca. El Grupo Fígols se caracteriza por una alternancia de sedimentos detríticos y carbonatados con una potencia máxima de 750 m en el centro de cuenca y una potencia mínima de 180 m en el margen sur de la misma (Fig. 4). El margen Norte de la cuenca queda recubierto, en su mayoría, por conglomerados de edad eocena superior-oligocena, aflorando en el sector del valle del río Ribagorzana con una potencia aproximada de 300 m. Los sedimentos carbonatados constituyen diferentes cuerpos tabulares de gran continuidad lateral, que presentan su potencia máxima en el margen meridional de la cuenca. Hacia el norte, estos cuerpos carbonatados cambian gradualmente a facies margosas, adquiriendo por lo tanto, un mayor desarrollo los materiales margosos que los carbonatados en el centro de cuenca (Fig. 4).

Las características de los límites del Grupo Fígols respecto a los materiales infra y suprayacentes varían desde el margen meridional hacia el sector central de la cuenca.

En el margen meridional de la cuenca, el límite inferior entre el Grupo Fígols (Miembro calizas de La Guardia de Noguera, Fig. 4) y los materiales infrayacentes del Grupo Tremp está representado por un contacto discordante. La coincidencia de este margen con el flanco norte del anticlinal del Montsec, tectónicamente activo durante la deposición del Grupo Fígols, se traduce en una condensación estratigráfica de la base de la serie ilerdiense en dirección S-SE y en una clara discordancia progresiva entre los diferentes cuerpos de calizas (Fig. 4). Esta condensación estratigráfica da lugar a importantes hiatos, en los que falta una gran parte de los sedimentos equivalentes a los materiales margosos que se encuentran bien desarrollados en el sector central de la cuenca (Fig. 5).

En el sector central, el límite entre los Grupos

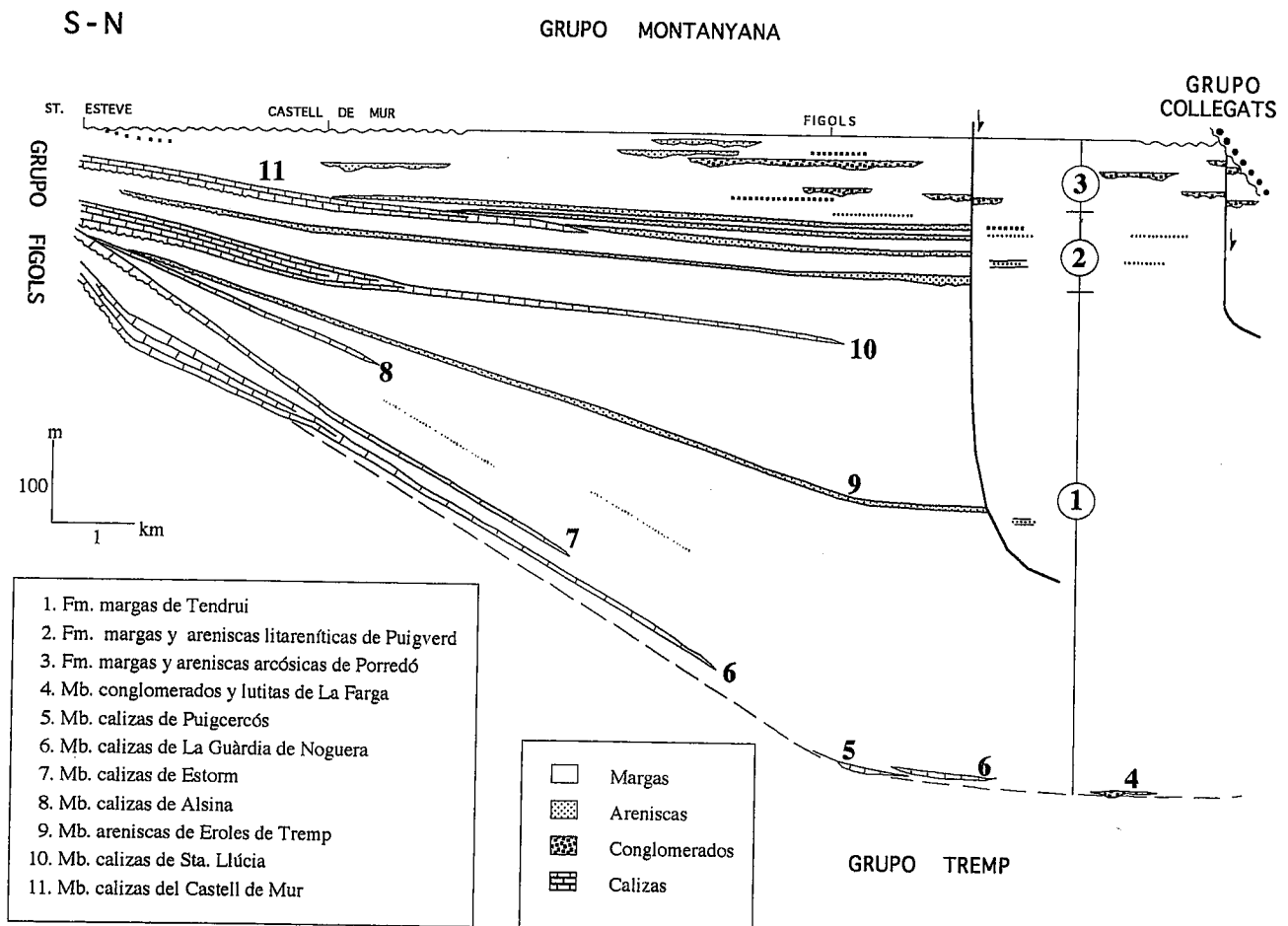


Figura 4.- Diagrama mostrando las relaciones verticales y laterales entre las diferentes unidades definidas en el sector occidental del área estudiada. El Miembro Sant Miquel de la Vall no aparece representado en este corte porque sólo aflora en el sector más oriental (Fig. 1c).

dades formales de las necesarias para la cartografía de una sucesión, se han definido en el Grupo Fígols tres formaciones distintas. En dos de ellas se han diferenciado además miembros perfectamente cartografiables a escala 1:50.000.

De base a techo, las formaciones y miembros definidos son los siguientes (Fig. 4):

- Formación margas de Tendrui
 - Miembro conglomerados y lutitas de La Farga
 - Miembro calizas de Puigcercós
 - Miembro areniscas de Sant Miquel de la Vall
 - Miembro calizas de La Guàrdia de Noguera
 - Miembro calizas de Estorm
 - Miembro calizas de Alsina
 - Miembro areniscas de Eroles de Tremp
 - Miembro calizas de Santa Llúcia.
- Formación margas y areniscas litarenfíticas de Puigverd
 - Miembro calizas del Castell de Mur.
- Formación margas y areniscas arcósicas de Porredó.

Formación margas de Tendrui

Sección tipo. Se ha escogido la sección de Fígols como holoestratotipo por ser la que presenta mayor potencia y mejor accesibilidad. El perfil estratigráfico que caracteriza esta sección, se ha levantado a lo largo

de las trincheras de la carretera C-1311, desde el km 21,4 hasta el km 16,2 (Fig. 6b); su potencia es de 575 m. Debido a los acusados cambios laterales que se producen en toda su extensión (Fig. 4), se propone una sección tipo auxiliar o paraestratotipo (sección del Castell de Mur, Fig. 6a) levantada a lo largo de la cresta que conduce al Castell de Mur y que se sitúa entre los barrancos de Arguinsola, al norte, y Fontete, al sur. Barberà (1995) suministra más información sobre estas secciones.

Límites. La base de la Formación Tendrui limita con el techo del infrayacente Grupo Tremp (Cuevas, 1989). Este límite es discordante en el margen meridional de la cuenca, mientras que en el centro, la discordancia no es reconocible, por lo que se considera un límite paraconforme. Su límite superior, que marca la separación con la Formación margas y areniscas litarenfíticas de Puigverd, es de carácter erosivo, aunque paraconforme, a lo largo de toda la cuenca. La edad de la formación se discute en el apartado de cronoestratigrafía.

Descripción. Esta formación se ha definido en el sector central de la cuenca (Fig. 4). Constituye una sucesión predominantemente margosa, con una potencia máxima de 575 metros. Intercala potentes cuerpos car-

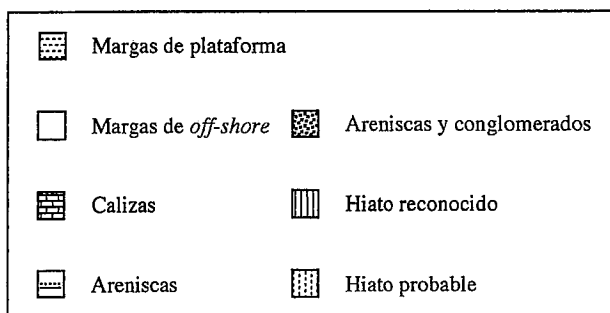
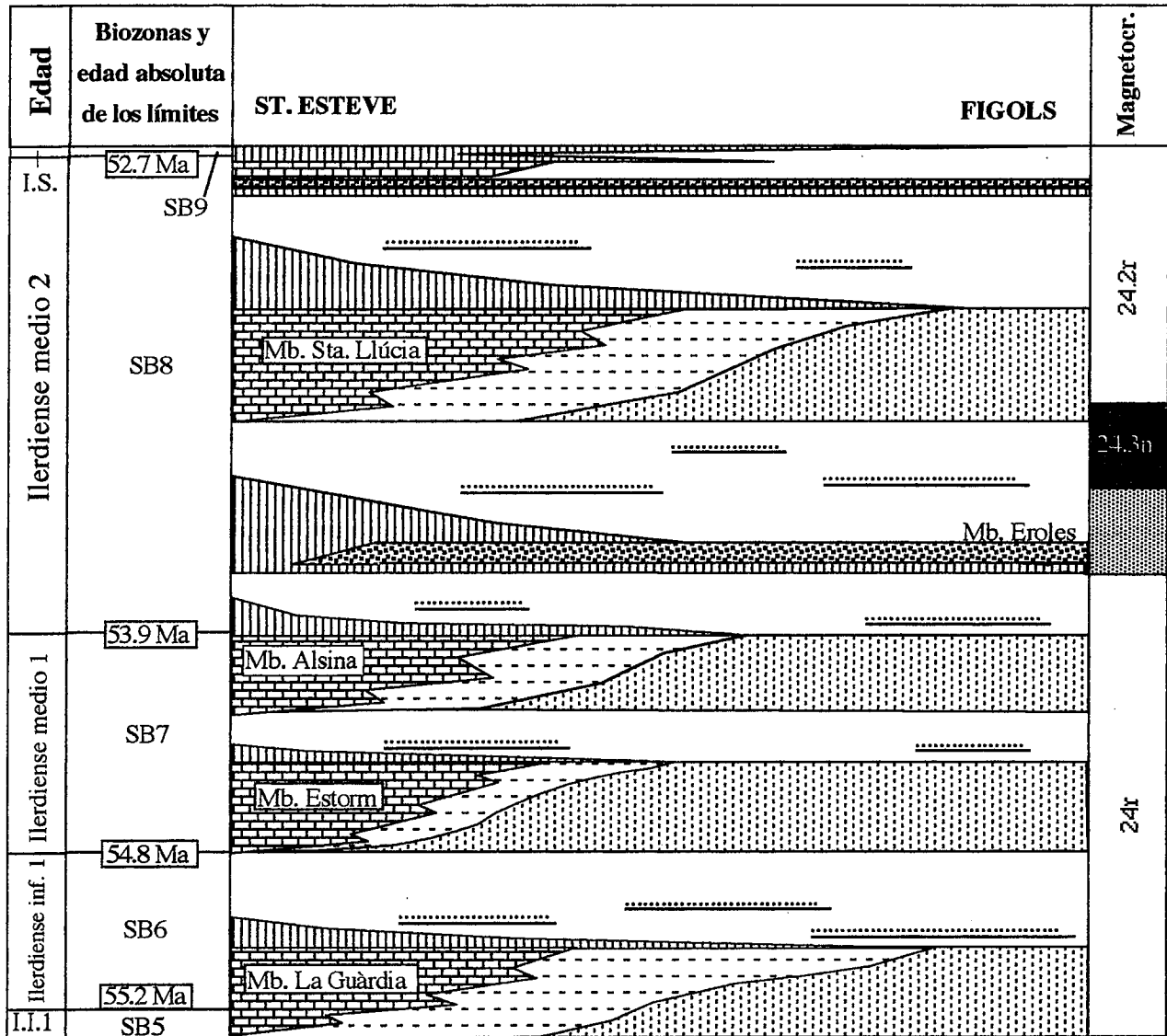


Figura 5.- Diagrama espacio-tiempo donde se indican los probables hiatos localizables a lo largo de un corte N-S de la cuenca. La duración temporal de los hiatos y de las plataformas carbonatadas es meramente especulativa.

bonatados y detríticos, definidos como Miembros de esta Formación. Estos miembros presentan su máximo desarrollo en el sector marginal de la cuenca donde la potencia de la Formación se reduce a unos 180 m (Fig. 4). Además de estos miembros, las margas intercalan diferentes niveles de areniscas carbonatadas bioclásticas, masivas o laminadas, con una potencia máxima de 1,5 m, que presentan paleocorrientes predominantemente dirigidas hacia el SW.

Miembro conglomerados y lutitas de La Farga. Al NW de la población de Tendrui, aflora una barra conglomerática masiva, con una potencia máxima de dos metros, una morfología canaliforme y una extensión lateral de unos centenares de metros. Verticalmente aparecen diversos niveles decimétricos de lutitas rojas. La composición de los clastos de los conglomerados, constituidos por calizas mesozoicas, lilitas y algunos clastos paleozoicos, es similar a la de los con-

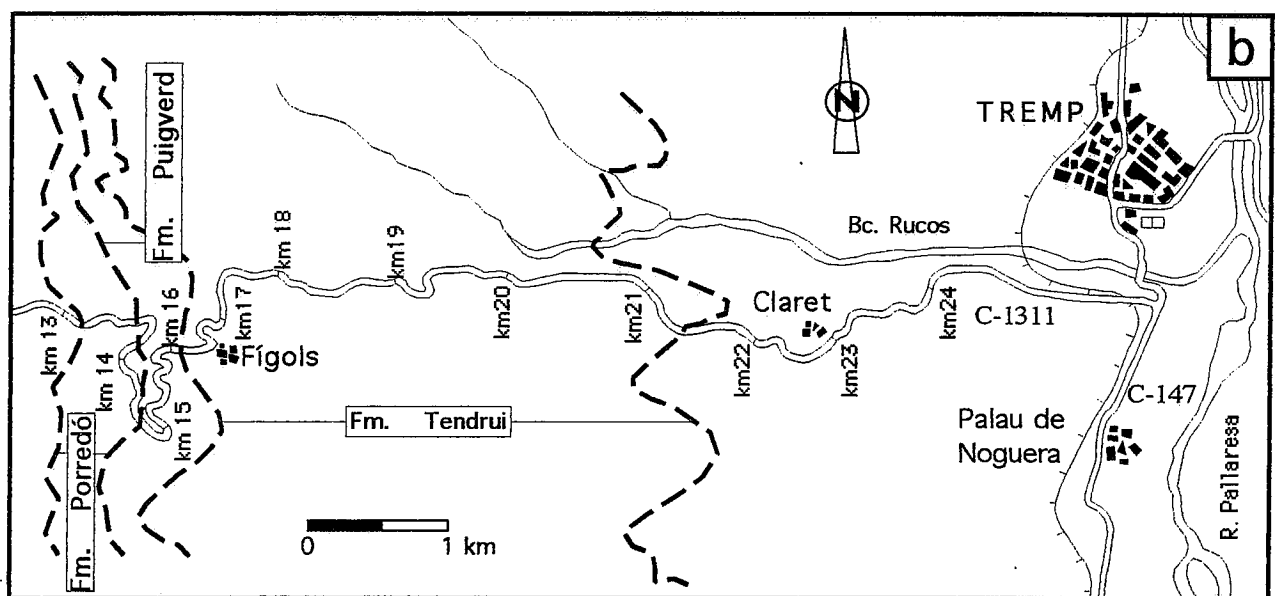
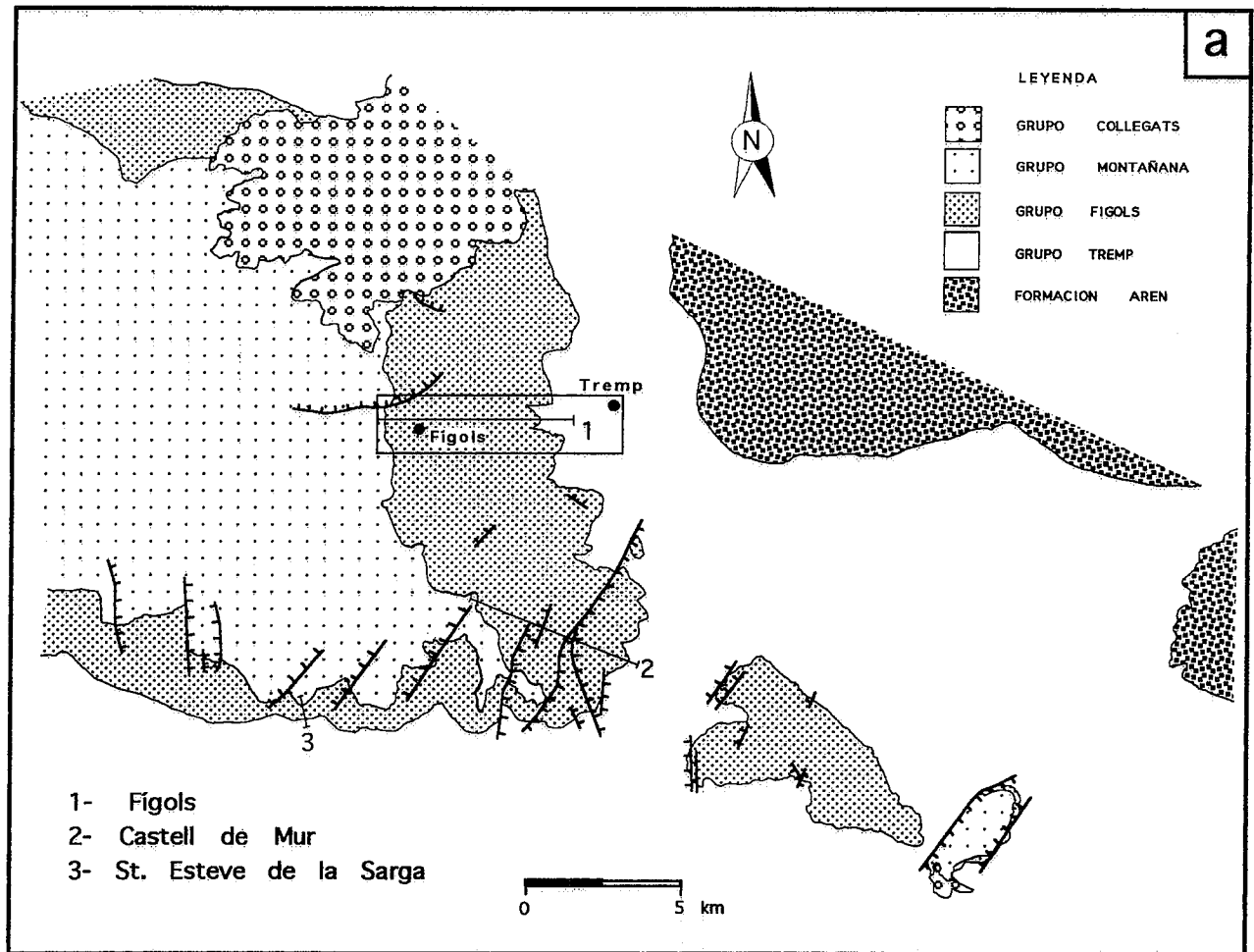


Figura 6.- a) Situación de los perfiles estratigráficos citados en el texto. b) Detalle de la situación del perfil de Figols con indicación de los límites de las formaciones definidas.

glomerados garumnienses infrayacentes.

Miembro calizas de Puigcercós. Entre las poblaciones de Puigcercós y Claret, se ha localizado un nivel basal de *grainstone* de alveolinas, con una potencia máxima de 6 m, una morfología canaliforme y una extensión lateral de unos 3 km. Presenta estratificación cruzada unidireccional y bidireccional de gran escala, así como estructuras que recuerdan a las de tipo *hummocky*. Las paleodirecciones medidas indican aportes hacia el W-SW.

Miembro areniscas de Sant Miquel de la Vall. Se trata de un nivel continuo a lo largo de unos 4 km, que aflora entre las poblaciones de Llimiana y Sant Miquel de la Vall. Constituye un paquete de areniscas de grano medio, de 7 m de potencia máxima, que muestra estratificación cruzada bidireccional, ocasionalmente de gran escala, predominantemente dirigida hacia el W-NW. En general no contiene fósiles, aunque localmente es posible encontrar fragmentos de ostreídos y alveolinas, así como vestigios de bioturbación.

Miembro calizas de La Guàrdia de Noguera. Se localiza a lo largo de buena parte de la cuenca, si bien se encuentra mejor representado en el flanco meridional del sinclinal de Tremp. Esta primera gran barra caliza adquiere una potencia máxima de unos 40 m, una extensión lateral de unos 12 km en dirección N-S y de unos 17 km en dirección E-W. Las calizas son *packstones* localmente *wackestones-grainstones* esencialmente constituidos por alveolinas. En general, estos carbonatos presentan una estructura interna nodulosa. A techo es característica la presencia de bivalvos (*Spondylus*, *Lucina*), gasterópodos y equinodermos (*Micraster*). Localmente, se han identificado pequeñas bioconstrucciones caracterizadas por la presencia de corales dispersos y también por el desarrollo de arrecifes de algas.

Miembro calizas de Estorm. Con una potencia máxima de 17 m y una extensión lateral de unos 8 km en dirección N-S y de unos 17 km en dirección E-W, consiste en un *packstone-grainstone* de alveolinas con estructura generalmente nodulosa. La base es típicamente arenosa, con una fauna de nummulites y abundante bioturbación. Verticalmente pasa de manera progresiva a calcarenitas y, finalmente, a calizas bioclásticas con alveolinas, o bien a bioconstrucciones de corales y algas. A techo se localizan niveles de colonización con abundantes fósiles (bivalvos, gasterópodos, equínidos).

Miembro calizas de Alsina. Este nivel, que aflora discontinuamente, presenta una potencia de unos 4 m y una extensión lateral de 2,5 km. Se trata esencialmente de *wackestone* nummulítico con estratificación nodulosa. Su base es arenosa, pasando verticalmente a calcarenitas y, finalmente, a calizas nodulosas que se muestran más margosas hacia techo. El contenido

fosilífero está formado por nummulites, equínidos, ostreídos y bivalvos. Aparentemente, se dispone en *onlap* sobre el Miembro calizas de Estorm.

Miembro areniscas de Eroles de Tremp. En el sector central de la cuenca, este Miembro, con una potencia que puede llegar a los 15 m, se caracteriza por la presencia de tres niveles fotogeológicos de areniscas muy continuos que reducen su potencia y su número hacia el margen meridional. Estos niveles, que alternan con margas, presentan un aspecto noduloso. Ocasionalmente se observa laminación paralela. El grosor de cada uno de estos niveles oscila entre uno y cinco metros. Lateralmente, hacia el margen Sur de la cuenca, las areniscas pueden no estar presentes, quedando sustituidas por calizas, esencialmente *packstones-wackestones* de nummulites y alveolinas. Los niveles de arenisca muestran una relación de *onlap* sobre el Miembro calizas de Alsina.

Miembro calizas de Santa Llúcia. Constituye una barra caliza de unos 24 m de potencia máxima en el margen meridional de la cuenca y presenta una continuidad lateral de 12 km en dirección N-S y de unos 18 km en dirección E-W. La facies característica es *packstone* y *grainstone* de alveolinas. Su aspecto es noduloso, exceptuando la base, más masiva y con presencia de nummulites. Incluye intercalaciones más detríticas con bioclastos fragmentados y otras con características de *mudstone-wackestone* bioturbado. Asimismo, se ha observado la presencia de bioconstrucciones coralinas y algales. Internamente presenta estratificación plana y paralela y, ocasionalmente, estratificación oblicua unidireccional. Hacia el centro de la cuenca, reduce progresivamente su potencia y las facies de alveolinas se ven substituidas por facies de nummulites.

Formación margas y areniscas litareníticas de Puigverd

Sección tipo. Por razones de potencia y accesibilidad se ha escogido la sección de Fígols (Fig. 6a) como sección tipo para la Formación margas y areniscas litareníticas de Puigverd. La sección se ha levantado a lo largo de la vertiente situada al norte de la carretera de Tremp a Puente de Montañana (Fig. 6b), aunque también se puede reconocer la serie a lo largo de la carretera, desde el kilómetro 16,2 hasta el 14,3 aproximadamente. La potencia total es de 88 m.

Límites. La base de la Formación Puigverd coincide con el techo de la Formación Tendrui. Este límite es erosivo, aunque concordante a lo largo de toda la cuenca. El techo de la Formación Puigverd coincide con la base de la Formación Porredó. Aunque este límite es concordante, la diferenciación de las dos formaciones resulta fácil por el cambio en composición litológica de los cuerpos arenosos, sus paleocorrientes y su ordenación espacial.

Descripción. Esta Formación presenta su máximo

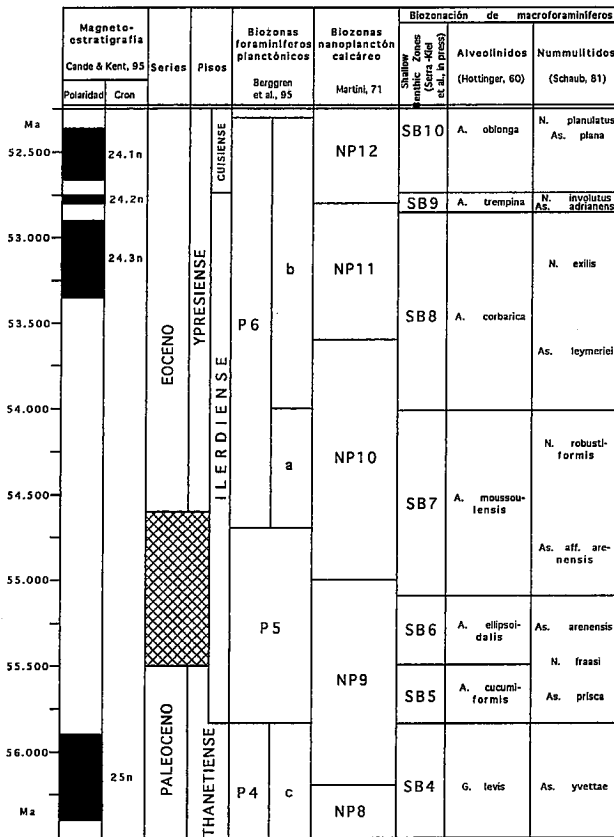


Figura 7.- Cuadro de correlación entre las biozonas de *Alveolina* de Hottinger (1960), las biozonas de *Nummulites* de Schaub (1981), las nuevas biozonas de macroforaminíferos bentónicos (SB), las biozonas de foraminíferos planctónicos de Berggren y Miller (1988) y de Berggren et al. (1995) y las biozonas de nanoplácton calcáreo de Martini (1971), con la escala magnetoestratigráfica de Cande y Kent (1995) para el intervalo de tiempo que abarca el Ilerdiense.

desarrollo entre las poblaciones de Puigverd y Fígols, llegando a alcanzar los 90 m de potencia. Esta disminuye hacia el Sur hasta reducirse considerablemente en el extremo meridional de la cuenca (Fig. 4). Es una unidad de litología característica formada por una alternancia de capas de areniscas litareníticas, de grano medio-grueso, que se intercalan entre margas que frecuentemente presentan bancos de ostreidos. Las areniscas suelen presentar laminación y estratificación cruzadas, tanto unidireccionales como bidireccionales, con un componente predominante hacia el W-NW. Estos niveles, frecuentemente bioturbados, suelen presentar abundantes macroforaminíferos (orbitolítidos, alveolínidos, nummulítidos), restos vegetales y clastos blandos. Los cuerpos sedimentarios suelen tener morfologías tabulares, aunque algunos muestran geometrías canaliformes. Los cuerpos tabulares presentan una continuidad lateral de 2-3 km y una potencia que oscila entre uno y tres metros.

Miembro calizas del Castell de Mur. Este cuerpo carbonatado presenta unos 12 m de potencia máxima y

una extensión lateral de unos 12 km tanto en dirección N-S como E-W. Es muy rico en alveolinas, presentando texturas de *packstone-grainstone*. Frecuentemente intercala niveles más arenosos con presencia de ostreidos, bivalvos y gasterópodos. Mayoritariamente presenta estratificación nodulosa y, a techo, acumulaciones de bivalvos y gasterópodos.

Formación margas y areniscas arcósicas de Porredó

Serie tipo. Al igual que en las anteriores formaciones, la sección de Fígols (Fig. 6a) ofrece las mejores condiciones para definir la serie tipo. Esta se ha levantado a lo largo de la carretera C-1311, entre los kilómetros 14,3 y 13,2 (Fig. 6b). La potencia es de 77 m.

Límites. La base de la Formación margas y areniscas arcósicas de Porredó coincide con el techo de la Formación Puigverd. Este límite es concordante. El techo de la Formación Porredó limita con la base del Grupo Montañana. Este límite es claramente discordante en el margen meridional de la cuenca. En el sector central la discordancia no se reconoce, pero las diferencias en las características litológicas y de paleocorrientes de las dos unidades permite su distinción.

Descripción. Esta unidad aflora de manera continua a lo largo de la carretera de Tremp a Pont de Montañana. La potencia de este tramo es muy variable, desde 75 m en el centro de cuenca hasta desaparecer por completo en el margen meridional por la erosión asociada a la base del Grupo Montañana suprayacente.

Se caracteriza por la presencia de cuerpos de areniscas de grano grueso con una alta componente cuarcífera, además de una componente feldespática, que le confiere tonos blanquecinos. Presenta, sobre todo en la base de las capas, niveles conglomeráticos con clastos de calizas y rocas metamórficas, además de algún bioclasto de ostreido. Estos niveles, con una potencia de hasta 4,5 m, presentan morfologías tanto tabulares como canaliformes, predominando estas últimas. Estos cuerpos canaliformes muestran rellenos multiepisdódicos y estructuras de estratificación cruzada bidireccional, con gran dispersión de paleocorrientes, aunque predominan las direcciones hacia el S-SW.

Cronoestratigrafía

Como se ha comentado anteriormente, el Grupo Fígols se ubica cronoestratigráficamente dentro del Ilerdiense, piso inicialmente caracterizado por medio de biozonas de alveolínidos y nummulítidos (Hottinger, 1960; Schaub, 1969, 1981). No obstante, la pobreza en foraminíferos planctónicos que presentan tanto el holoestratotipo del piso (sección de Tremp) como el paraestratotipo (sección de Campo) ha dificultado la aceptación del Ilerdiense en la escala cronoestratigráfica estándar del Paleógeno.

En los últimos años se ha efectuado la revisión de los taxones de interés bioestratigráfico y la magnetoestratigrafía del holoestratotipo, paraestratotipo y otras sucesiones estratigráficas de referencia en la cuenca de

Graus-Trempe (Molina *et al.*, 1992; Serra-Kiel *et al.*, 1994), lo que ha permitido una correlación más precisa con las unidades magnetoestratigráficas, y por tanto una datación más rigurosa del Ilerdiense.

Paralelamente, como resultado del proyecto I.G.C.P. nº 286 «Early Paleogene Benthos», se han caracterizado nuevas biozonas de macroforaminíferos, denominándolas «Shallow Benthic Zones» o «SB». Estas SB se han correlacionado con las biozonas de foraminíferos planctónicos, nanoplácton calcáreo y con la magnetoestratigrafía (Serra-Kiel *et al.*, en prensa). La correlación entre la escala magnetoestratigráfica de Cande y Kent (1995) con las biozonas de *Alveolina* de Hottinger (1960), las biozonas de *Nummulites* de Schaub (1981), las nuevas SB de macroforaminíferos, las biozonas de foraminíferos planctónicos de Berggren *et al.* (1995) y las biozonas de nanoplácton calcáreo de Martini (1971), para el intervalo de tiempo que abarca el Ilerdiense, se presenta en la figura 7.

Basándonos en los datos de Schaub (1969), en los nuevos datos sobre alveolínidos adquiridos por nosotros y en la mejor intercalibración bioestratigráfica apuntada arriba, podemos correlacionar las diferentes unidades litoestratigráficas aquí definidas con las unidades cronoestratigráficas establecidas por Schaub (1969) del siguiente modo (Fig. 8):

- la parte basal de las margas de Tendrui y los primeros metros del Miembro calizas de La Guàrdia de Noguera corresponde al Ilerdiense inferior 1 o biozona SB5 (biozonas de *Alveolina cucumiformis* y *Nummulites gamardensis*), con una edad absoluta de 55.7 Ma para la base y 55.2 Ma para el techo (ver Serra-Kiel *et al.*, en prensa);

- el resto del Miembro calizas de La Guàrdia de Noguera y la parte de la Formación margas de Tendrui comprendida hasta la base del Miembro calizas de Estorm corresponde al Ilerdiense inferior 2 o biozona SB6 (biozonas de *Alveolina ellipsoidalis* y *Nummulites minervensis*), con una edad de 55.2 Ma para la base y de 54.8 Ma para el techo;

- la sección comprendida desde la base del Miembro Estorm hasta el techo del Miembro calizas de Alsina corresponde al Ilerdiense medio 1 o biozona SB7 (biozonas de *Alveolina moussoulensis* y *Nummulites robustiformis*), con una edad de 54.8 Ma para la base y 53.9 Ma para el techo;

- la sección situada entre el techo del Miembro Alsina y el de la Formación margas y areniscas litareníticas de Puigverd, forma parte del Ilerdiense medio 2 o biozona SB8 (biozonas de *Alveolina corbarica* y *Nummulites exilis*), con una edad de 53.9 Ma para la base y de 52.7 Ma para el techo;

- finalmente, la Formación margas y areniscas arcóscicas de Porredó, forma parte del Ilerdiense superior o biozona SB9 (biozonas de *Alveolina trempina* y *Nummulites involutus*), con una edad de 52.7 Ma para la base y de 52.5 Ma para el techo de la biozona y, por consiguiente, para el techo del Grupo Fígols.

Consideraciones paleogeográficas

De acuerdo con Muñoz (1992), la cuenca de Graus-Trempe se formó como consecuencia del emplazamiento de la lámina cavalgante de Bóixols al norte (entre el Cretácico superior y el Paleoceno inferior) y la lámina del Montsec al sur (entre el Paleoceno inferior y el Eoceno inferior). La geometría de la cuenca responde a la subsidencia tectónica flexural producida sobre el basamento mesozoico de la cuenca, que originó una depresión limitada al norte por la lámina de Bóixols, al sur por la lámina del Montsec y al sureste por la rampa lateral del Montsec. La cuenca quedaba abierta hacia el oeste, con conexión hacia el Atlántico. Los aportes continentales posiblemente entraban en la cuenca por el extremo oriental, a través del espacio que quedaría entre la lámina de Bóixols y la rampa lateral del Montsec. La potencia del Grupo Fígols varía entre los 750 m en el centro de cuenca y los 180 m en el flanco sur del sinclinal de Trempe. La reducción de potencia registrada viene marcada por un *onlap* basal de las calizas con alveolinas sobre las facies garumnienses y por la condensación estratigráfica desarrollada en áreas estructural y topográficamente elevadas, como por ejemplo en el margen sur de la cuenca (Fig. 4).

El relleno de la cuenca se caracteriza por la superposición de tres grandes conjuntos litológicos:

- 1) un primer conjunto, coincidente con la Formación margas de Tendrui, desarrollado durante el Ilerdiense inferior-medio y constituido por una serie de plataformas carbonatadas meridionales progradantes hacia el norte y el este (Miembros de La Guàrdia, Estorm, Alsina y Sta. Llúcia), las cuales interfieren con un sistema detrítico, alimentado desde el extremo NE de la cuenca y con paleocorrientes dirigidas hacia el W-SW, que dió lugar al depósito de margas y areniscas carbonatadas (Fonnesu, 1984; Barberà, 1995). El análisis de la fauna asociada a las margas en el sector central de la cuenca permite diferenciar una parte basal, constituida en sus primeros 100 m por depósitos de *lagoon*, a los cuales se sobreimpone gradualmente un conjunto, de unos 200 m de potencia, de sedimentos con fauna de ambientes cada vez más profundos. Los últimos 270 m muestran una clara tendencia regresiva, con sedimentos de llanura deltaica inferior. Los diferentes cuerpos carbonatados del margen meridional de la cuenca comprenden dos tipos de litofacies: a) *grainstones* de alveolinas, formando cuerpos tabulares con indicios de retrabajamiento por oleaje, que son interpretados como playas o *shoals*; b) *wackestones* y *packstones* nodulosos, depositados en un ambiente de plataforma interna de baja energía.

- 2) un segundo conjunto litarenítico, que corresponde a la Formación margas y areniscas litareníticas de Puigverd, desarrollado durante parte del Ilerdiense medio 2 y caracterizado por un mayor aporte sedimentario procedente del E-NE, que origina la retrogradación de las plataformas carbonatadas meridionales (sólo encontramos la del Castell de Mur). Estos materiales

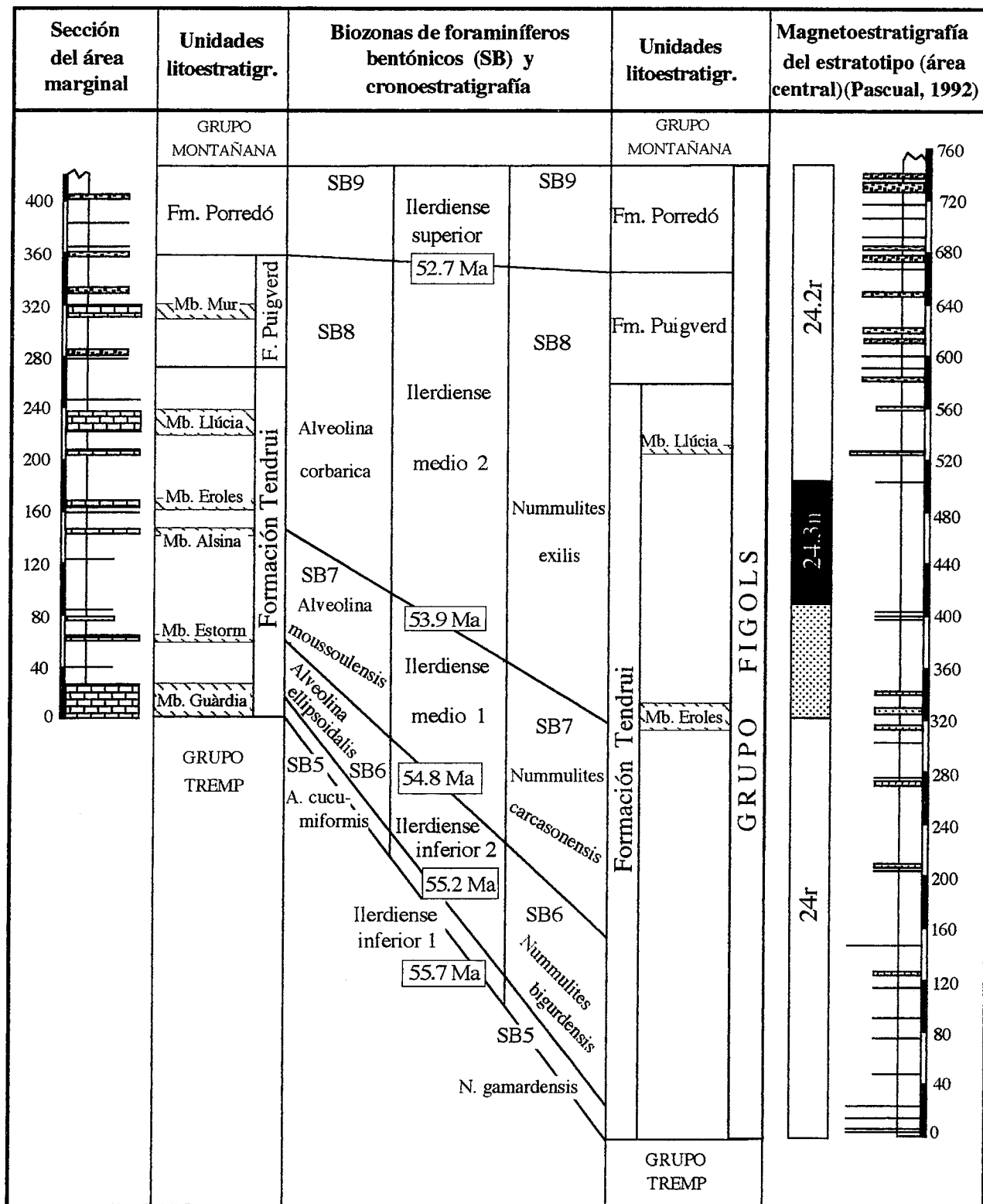


Figura 8.- Correlación entre las unidades litoestratigráficas, las biozonas de macroforaminíferos bentónicos (SB) y la magnetoestratigrafía del Grupo Fígols en el margen meridional y sectores centrales de la cuenca.

detríticos muestran paleocorrientes esencialmente dirigidas hacia el SW-W. Sin embargo, al llegar al límite meridional de la cuenca dichas paleocorrientes giran hacia el NW-W. Los diferentes niveles de areniscas bioclásticas que integran este conjunto se interpretan como barras o cordones litorales, formadas por acumulación

de bioclastos y componentes terrígenos bajo la acción del oleaje y las mareas. Los niveles con estratificación nodulosa se formarían, seguramente, en zonas más profundas. Las margas, que se encuentran entre los diferentes niveles bioclásticos, se acumularían en zonas de bahía o *lagoon* (Fonnesu, 1984; Barberà, 1995).

3) un último conjunto arcósico, coincidente con la Formación margas y areniscas arcósicas de Porredó, desarrollado durante el Ilerdiense superior y que registra un importante cambio paleogeográfico, ya que los aportes detríticos proceden del Norte, entrando a la cuenca a través de un hipotético paleovalle situado en las inmediaciones de la Sierra de Gulp. Las paleocorrientes, en este caso, indican aportes hacia el SW y el SE, girando hacia el W-NW al llegar al extremo Sur de la cuenca. Los niveles arenosos y conglomeráticos que forman este conjunto litológico se organizan en secuencias positivas, interpretadas como canales distributarios con relleno multiepisódico, correspondientes a una llanura deltaica inferior. Las margas intercaladas entre estos niveles presentan biohermos de ostreidos y se encuentran asociadas a pequeños niveles arenosos de desbordamiento de canal. Estos materiales corresponden a sedimentos de bahía interdistributaria (Nijman y Nio, 1975; Fonnesu, 1984; Barberà, 1995).

Conclusiones

1) El Grupo Fígols es una unidad litoestratigráfica de rango superior de la cuenca de Graus-Tremp, principalmente constituida por sedimentos marinos de edad ilerdiense. Se sitúa directamente sobre el Grupo Tremp y por debajo del Grupo Montañana y se caracteriza por una alternancia detrítico-carbonatada de 750 m de potencia máxima. Los materiales calizos se organizan en diferentes cuerpos tabulares de gran continuidad lateral, que presentan su máximo desarrollo en el margen meridional de la cuenca. Esta potencia se reduce progresivamente hacia el Norte, donde estos cuerpos carbonatados pasan lateralmente a una potente sucesión de margas con delgadas intercalaciones detríticas (Fig. 4).

2) El límite inferior del Grupo Fígols es paraconforme en el centro de cuenca, ya que existe falta de registro (como mínimo parte del Thanetiense) que sí se encuentra, por ejemplo, en la vecina cuenca de Ager. En el margen meridional de la cuenca, los materiales marinos del Grupo Fígols recubren en *onlap* al Grupo Tremp (Sierra de Campanetes). El límite inferior entre el Grupo Fígols (Miembro calizas de La Guàrdia de Noguera, ver Fig. 4) y los materiales infra-yacentes del Grupo Tremp está representado por un contacto discordante. La coincidencia del margen meridional de la cuenca con el flanco N del anticlinal del Montsec, tectónicamente activo durante la deposición del Grupo Fígols, produce una condensación estratigráfica de la base de la serie ilerdiense en dirección S-SE y una clara discordancia progresiva entre las diferentes barras de calizas (Fig. 4). El límite superior con los materiales del Grupo Montañana es claramente discordante en el margen de cuenca. El ángulo es muy pequeño, aunque observable cartográficamente. En el centro de cuenca este ángulo es imperceptible.

3) Desde un punto de vista litoestratigráfico los materiales estudiados se han subdividido en tres formaciones y nueve miembros, todos ellos de nueva definición.

4) Las unidades bioestratigráficas se han establecido a partir de datos bibliográficos y de un nuevo estudio sobre los Alveolínidos llevado a cabo en diferentes secciones estratigráficas realizadas a lo largo de toda la cuenca. Las diferentes unidades cronoestratigráficas se han definido a partir de datos paleomagnéticos ya existentes, que confieren una edad de 55.7 Ma para la base del Grupo Fígols y de 52.5 Ma para su techo. De esta forma, la cronoestratigrafía establecida para el Grupo Fígols según la subdivisión clásica del Ilerdiense es la siguiente:

- la parte basal de las margas de Tendrui y los primeros metros del Miembro calizas de La Guàrdia de Noguera corresponde al Ilerdiense inferior 1 o biozona SB5 (biozonas de *Alveolina cucumiformis* y *Nummulites gamardensis*).

- el resto del Miembro calizas de La Guàrdia de Noguera y parte de la Formación margas de Tendrui hasta la base del Miembro calizas de Estorm, corresponden al Ilerdiense inferior 2 o biozona SB6 (biozonas de *Alveolina ellipsoidalis* y *Nummulites minervensis*).

- el Ilerdiense medio 1 o biozona SB7 (biozonas de *Alveolina moussoulensis* y *Nummulites robustiformis*) está representado entre la base del Miembro Estorm y el techo del Miembro calizas de Alsina.

- el Ilerdiense medio 2 o biozona SB8 (biozonas de *Alveolina corbarica* y *Nummulites exilis*) está representado entre el techo del Miembro Alsina y la base de la Formación margas y areniscas arcósicas de Porredó.

- finalmente, el Ilerdiense superior o biozona SB9 (biozonas de *Alveolina trempina* y *Nummulites involutus*) comprende desde la base hasta el techo de la Formación margas y areniscas arcósicas de Porredó.

5) El carácter sintectónico de los materiales del Grupo Fígols se manifiesta en la variación de potencia de las diferentes unidades reconocidas y en la distribución de litofacies: carbonatadas en un margen de cuenca que sufría una progresiva elevación y detríticas en un centro de cuenca subsidente. Se han diferenciado tres conjuntos litológicos: carbonatado, litarenítico y arcósico. Las variaciones litológicas y/o tectónicas en las diversas áreas fuente de estos conjuntos vienen determinadas por factores tectónicos externos a la cuenca. En último término, el análisis de paleocorrientes apoya la hipótesis de que durante el Paleoceno superior-Eoceno inferior el área estudiada constituía un golfo abierto hacia el oeste, limitado al Norte por la lámina cabalgante de Bóixols y al Sur y Este por la lámina cabalgante del Montsec y su rampa lateral.

Agradecemos las indicaciones y sugerencias aportadas durante la revisión crítica del manuscrito por el Dr. Juan Antonio Vera, el Dr. José P. Calvo y un revisor anónimo que han contribuido a mejorar el trabajo.

Los autores agradecen la financiación y colaboración del Servei Geològic de Catalunya para la realización del trabajo cartográfico. El trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto DGICYT PB91-0805 (X. Barberà y M. Marzo), por el proyecto DGICYT PB94-0914 (S. Reguant) y por el proyecto

DGICYT PB94-0846 (J. Serra-Kiel y J. Tosquella). Asimismo ha sido parcialmente financiado con el soporte del Comisionat per Universitats: Recerca de la Generalitat de Catalunya, Grup Qualitat GRQ 94-1048.

Bibliografía

- Barberà, X. (1995): *Estratigrafia de l'Ilerdià de la Conca de Tremp*. Tesis de licenciatura, Universitat de Barcelona, 131 pp. (inédita).
- Barberà, X. y Corregidor, J. (1991): *Memòria explicativa de la Cartografia Geològica del Grup Ager a la Conca de Tremp*. Informe interno Servei Geològic de Catalunya, 14 pp., 5 anexos, 1 mapa. Inédito.
- Berggren, W.A. y Miller, K.G. (1988): Paleogene planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology. *Micropaleoecology*, 34: 362-380.
- Berggren, W.A., Kent, D.V., Swisher, C.C. y Aubry, M.P. (1995): A revised Cenozoic Geochronology and Chronostratigraphy. En: Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation, *SEPM Spec. Publ.*, 54: 129-212.
- Cande, S.C. y Kent, D.V. (1995): Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *J. Geophys. Res.*, 100 (4): 6093-6095.
- Cuevas, J.L. (1989): *La formación Talarn: estudio estratigráfico y sedimentológico de las facies de un sistema aluvial en el tránsito Mesozoico-Cenozoico de la Conca de Tremp*. Tesis de licenciatura. Universitat de Barcelona, 107 pp. (inédita).
- Eisencheer, H. y Luterbacher, H.P. (1992): The marine Paleogene of the Tremp region (NE Spain). Depositional sequences, facies history, biostratigraphy and controlling factors. *Facies*, 27: 119-152.
- Ferrer, J., Le Calvez, Y., Luterbacher, H.P. y Premoli-Silva, I. (1973): Contribution à l'étude des foraminifères ilderdiens de la région de Tremp (Catalogne). *Mém. Museum Nation. Hist. Nat., série C.*, 29: 1-107.
- Fonnesu, F. (1984): *Estratigrafia física y análisis de facies de la secuencia de Figols entre el río Noguera Pallaresa e Iscles (Prov. de Lérida y Huesca)*. Tesis doctoral. Univ. Auton. Barcelona, 317 pp.
- Gaemers, P.A.M. (1974): A study on lower Tertiary stratigraphy, paleogeography and tectonics in the Spanish Pyrenees. *Koninkl. Nederl. Akademie Van Wetenschappen-Amsterdam, series B*, 77, 3: 246-258.
- Gaemers, P.A.M. (1978a): Systematics of the Alveolinids of the Tremp Basin, South Central Pyrenees, Spain. *Leid. Geol. Med.*, 51: 151-231.
- Gaemers, P.A.M. (1978b): Biostratigraphy, paleoecology and paleogeography of the mainly marine Ager Formation (Upper Paleocene-Lower Eocene) in the Tremp Basin, Central South Pyrenees, Spain. *Leid. Geol. Med.*, 51: 151-231.
- Garrido Megías, A. (1973): *Estudio geológico y relación entre tectónica y sedimentación del Secundario y Terciario de la vertiente meridional pirenaica de la zona central (Huesca y Lérida)*. Tesis doctoral. Universidad de Granada, 395 pp.
- Hottinger, L. (1960): Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène. *Mém. Suisses Paleont.*, 75-76: 243 pp.
- Hottinger, L. y Schaub, H. (1960): Zur Stufeneinteilung des Paleocaens und des Eocaens. Einführung der Stufen Ilerdien un Biarritzien. *Bericht der Schweizerische Palaontologischen Gesellschaft, Eclogae Geologicae Helvetiae*, 53: 453-479.
- Luterbacher, H.P. (1969): Remarques sur la position stratigraphique de la Formation d'Ager (Pyrénées méridionales). Colloque sur l'Eocène, Paris. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, 69: 225-232.
- Luterbacher, H. (1970): Environmental distribution of Early Tertiary microfossils, Tremp Basin, Northeastern Spain. *Edit. ESSO Production Research. European Laboratoires, EPR-E-1ER-70*: 48 pp.
- Luterbacher, H.P. (1973): La sección tipo del Ilerdiense. *XIII Col. Europ. Micropaleont.* Edit. C.N.G.: 113-140.
- Luterbacher, H.P., Eisencheer, H., Betzler, Ch. y Van Den Hurk, A.M. (1992): Carbonate-siliciclastic depositional systems in the Paleogene of the South Pyrenean foreland basin: a sequence-stratigraphic approach. *Spec. Publ. int. Ass. Sediment.*, 12: 391-407.
- Martini, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proc. Second Intern. Conf. Plankt. Microfossils, Roma. Tectoscienza*, 2: 739-785.
- Molina, E., Canudo, I., Guernet, C., McDougall, K., Ortiz, N., Pascual, O., Parés, J.M., Samsó, J.M., Serra-Kiel, J. y Tosquella, J. (1992): The stratotypic Ilerdiense revised: Integrated stratigraphy across the Paleocene-Eocene boundary. *Rev. Micropaleontologie*, 35 (2): 143-156.
- Muñoz, J.A. (1992): Evolution of a continental collision belt: ECORS-Pyrenees crustal balanced cross-section. En: *Thrust Tectonics*. (K.R. McClay ed.), Chapman & Hall, London, pp. 235-246.
- Mutti, E., Rosell, J., Allen, G.P., Fonnesu, F. y Sgavetti, M. (1985): The Eocene Baronia tide-dominated delta-shelf system in the Ager Basin. En: Mila, A.D. y Rosell, J. eds., *Excursion Guidebook: VI Eur. Reg. Mtg. I.A.S.*, Lleida, Spain: 579-600.
- Mutti, E., Séguret, M. y Sgavetti, M. (1988): Sedimentation and deformation in the Tertiary sequences of the southern Pyrenees. *A.A.P.G. Mediterranean Basins Conference*. Field Trip, 7: 153 pp.
- Nijman, W. y Nio, S.D. (1975): The Eocene Montañana delta (Tremp-Graus Basin, provinces of Lérida and Huesca, Southern Pyrenees, N Spain). *I.A.S. IX Int. Congr. Nice, Part B*, 20+XXXVI pp.
- Pascual, J.O. (1992): *Magnetoestratigrafía del estratotipo y paraestratotipo del Ilerdiense, secciones de Tremp y Campo (cuenca de Graus-Tremp)*. Tesis doctoral. Univ. Auton. Barcelona, 123 pp.
- Puigdefàbregas, C. y Souquet, P. (1986): Tecto-sedimentary cycles and depositional sequences of the Mesozoic and Tertiary from the Pyrenees. *Tectonophysics*, 129: 173-203.
- Salvador, A., (ed.) (1994): *International Stratigraphic Guide*. 2nd edition.: 214 pp. The Geological Society of America, Inc., Boulder, Colorado.
- Schaub, H. (1969): L'Ilerdien, état actuel du problème. *Mém. B.R.G.M.*, 69: 259-266.
- Schaub, H. (1981): Nummulites et Assilines de la Thétyss Paléogène. Taxonomie, phylogénèse et biostratigraphie. *Mém. Suiss. Paléont.*, 104-106: 236 pp.
- Séguret, M. (1972): *Étude tectonique des Nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées. Caractère synsédimentaire, rôle de la compression et de la gravité*. Thèse Doctoral, Montpellier. Publ. USTELA, Sér. Geol. Struct., 2: 155 pp.
- Serra-Kiel, J., Canudo, J.I., Dinarés, J., Molina, E., Ortiz, N., Pascual, J.O., Samsó, J.M. y Tosquella, J. (1994): Cronoestratigrafía de los sedimentos marinos del Terciario

- inferior de la Cuenca de Tremp-Graus (Zona central surpirrenaica). *Rev. Soc. Geol. España*, 7 (3-4): 273-298.
- Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Drobne, K., Ferrández, C., Less, G., Jauhri, A.K., Pignatti, J., Samsó, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Tambareau, Y., Tosquella, J. y Zakrevskaya, E. (en prensa): Benthic Foraminifera from Paleocene and Eocene. En: *Mesozoic-Cenozoic Sequence Stratigraphy of Western European Basins*, P.C. de Graciansky, J. Hardenbol, T. Jacquin y P.R. Vail, Eds. *Soc. Econ. Palaeont. Miner. Spec. Publ.*, Tulsa.
- Vergés, J. (1993): *Estudi geològic del vessant sud del Pirineu oriental i central. Evolució cinemàtica en 3D*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona, 203 pp.

Manuscrito recibido el 26 de Agosto de 1996

Aceptado el manuscrito revisado el 29 de Abril de 1997