

Estudi geològic de la vall d'Alinyà i la seva rodalia (Pirineu català, Espanya)*

Joan ULLASTRE** i Alícia MASRIERA***

ABSTRACT

ULLASTRE, J. i MASRIERA, A. Geological study of the Alinyà Valley and its surroundings (Catalonian Pyrenees, Spain).

This study is the explanatory account of the original geological cartography to scale 1:25.000 of the Alinyà Valley and its surroundings, presented here. It corresponds to an area of 130 Km² approximately.

The Alinyà Valley, a natural protected region in the Catalanian Pyrenees, is of particular interest due to its complexity. It corresponds to NE border of the strike slip Segre fault, and joins two very different stratigraphic and paleogeographic compartments: to the W, the eastern border of the N half of the South Pyrenean Central Unit; to the E the Port del Comte Unit, that belongs to the Pedraforca Unit *s.l.*

The stratigraphic analysis is the main part of this work. We identified a total of 24 main stratigraphical units with 13 secondary distinctions. Ultra a modest representation of the Triassic and the Jurassic terrains, the Cretaceous terrains on one side and the Eocene terrains on the other, occupy almost all the region. New findings have been described in the field of stratigraphy and paleogeographical evolution.

The tectonic analysis is relatively brief and is accompanied by a schematic chronology of the main structural events which affected this region from Upper Cretaceous to Upper Paleogene times, all considered in a much more extensive regional setting.

A final comment on the morphology and groundwater hydrology is presented.

Key words: Geological cartography, Stratigraphy, Tectonics, Mesozoic, Cenozoic, Pyrenees, Catalonia, Spain.

*Treball realitzat en el marc d'un estudi pluridisciplinar que a més de la geologia tracta els aspectes edafològics, botànics, zoològics i de geografia humana.

**Ronda de Sant Pere, 50. 08010 Barcelona, Espanya.

*** Museu de Geologia, Parc de la Ciutadella. 08003 Barcelona, Espanya.

RESUM

Aquest estudi ve a ser la memòria explicativa de la cartografia geològica original, a escala 1:25.000, que l'acompanya. Agafa una superfície d'uns 130 km², en la qual hi ha l'espai protegit d'Alinyà. Situada en el vessant S del Pirineu català, és una zona complexa corresponent a l'extrem NE de la falla transcorrent del Segre, que posa en contacte en aquest lloc dos compartiments estratigràficament i paleogeogràfica molt diferents: a l'W l'acabament oriental de la meitat N de la unitat sudpirinenca central; a l'E la unitat del Port del Comte, que pertany a la zona del Pedraforca *s.l.*

L'anàlisi estratigràfica ocupa la major part de l'estudi. S'han distingit un total de 24 terrenys principals amb 13 distincions secundàries. Ultra una modesta representació de Triàsic i de Juràssic, els terrenys del Cretaci per un costat i de l'Eocè per l'altre són els que ocupen gairebé tota la zona. Han estat trobades diferents novetats en el camp de l'estratigrafia i de l'evolució paleogeogràfica.

L'anàlisi tectònica, relativament breu, ve acompanyada d'una cronologia esquemàtica dels principals esdeveniments estructurals que afectaren la zona des del Cretaci superior fins al Paleogen superior, considerats en un marc regional molt més ampli.

Unes pinzellades sobre la morfologia i la hidrologia subterrània són el colofó d'aquest treball.

Paraules clau: Cartografia geològica, Estratigrafia, Tectònica, Mesozoic, Cenozoic, Pirineu, Catalunya, Espanya.

RESUMEN

Este estudio viene a ser la memoria explicativa de la cartografía geológica original, a escala 1:25.000, que lo acompaña. Corresponde a una superficie de unos 130 Km², en la cual se halla el espacio protegido de Alinyà. Situada en la vertiente S del Pirineo catalán, es una zona compleja correspondiente al extremo NE de la falla transcurrente del Segre, que pone en contacto en este lugar dos compartimentos estratigráfica y paleogeográficamente muy diferentes: a l'W la terminación oriental de la mitad N de la unidad sudpirenaica central; al E la unidad del Port del Comte, que pertenece a la zona del Pedraforca *s.l.*

El análisis estratigráfico ocupa la mayor parte del estudio. Se han diferenciado un total de 24 terrenos principales con 13 distinciones secundarias. Ultra una modesta representación de Triásico y de Jurásico, los terrenos del Cretácico por un lado y del Eoceno por el otro son los que ocupan prácticamente toda la zona. Se han encontrado diferentes novedades en el campo de la estratigrafía y de la evolución paleogeográfica.

El análisis tectónico, relativamente breve, viene acompañado de una cronología esquemática de los principales acontecimientos estructurales que afectaron la zona desde el Cretácico superior hasta el Paleógeno superior, considerados en un marco regional mucho más amplio.

Unas pinceladas sobre la morfología y la hidrología subterránea son el colofón de este trabajo.

Palabras clave: Cartografía geológica, Estratigrafía, Tectónica, Mesozoico, Cenozoico, Pirineos, Cataluña, España.

ÍNDEX

Introducció	131
Marc geològic regional	133
Estratigrafia	135
Reflexions prèvies	135
Els terrenys: unitats i edat	136
K - Triàsic superior	136
L1 - Triàsic terminal i Liàsic inferior	136
L2 - Liàsic mitjà-superior	137
J - Dogger-Malm	137
Ci - Cretaci inferior	138
1. Les calcàries Ci1	139
2. Els materials calcarioterrígens Ci2	140
3. Ci3-Cs1 - Albià superior - Cenomanià inferior continentals	141
4. Les bauxites B	142
Cs1 - Cenomanià superior - Turonià	143
Cs2 - Senonià inferior	144
1. SW d'Alinyà	144
2. Flanc N del sinclinal de Perles	145
3. Sinclinal d'Ainat	145
4. Límit Cs2-Cs3c	146
Cs1-2 - Lliscament gravitacional de Cretaci superior	146
Cs3 - Senonià superior	146
1. Unitat oriental o del Port del Comte	147
2. Unitat occidental o sud-pirinenca central <i>p.p.</i>	148
Mc-E1-2 - Maastrichtià i Paleocè continentals	148
1. El Maastrichtià continental (Mc) a la unitat oriental	149
2. El Paleocè basal (E1)	150
3. El Danomontià - Thanetià (E1-2)	150
4. El Maastrichtià - Paleocè continentals (Mc-E1-2) a la unitat occidental	151
E3-5 (marí) - Ecl-Cg1 (continental) - Eocè inferior-mitjà	152
1. E3a - Ilerdià inferior - base del superior	153
2. E3b - Ilerdià superior fluviomari	153
3. E3c-4 - Ilerdià terminal - Cuisià mitjà	154
4. E4 - Cuisià mitjà - superior	155
5. E4-5 - Cuisià superior - ?Lutecià inferior	156
6. Ecl - Calcàries lacustres	156
7. Cg1 - Detrític continental	157
Cg2 - Eocè superior - Oligocè	157
Q - Quaternari	158
Tectònica	158
Grans unitats sedimentàries i estructurals	158

Anàlisi estructural	159
Unitat sud-pirinenca central <i>p.p.</i>	159
1. Subunitat de Sant Pere-Montan	159
2. Subunitat de Turp-Perles	160
Unitat del Port del Comte	161
1. Sector de la Roca de la Pena - Pedró dels Quatre Batlles	161
2. Falla de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA) i escates d'Alinyà	162
Cronologia estructural	163
Trets geomorfològics i d'hidrologia subterrània	164
Conclusió	165
Explicació abreujada de les làmines (plegades a part)	166
Notes	168
Apèndix	171
Bibliografia	172

INTRODUCCIÓ

La vall d'Alinyà i la seva rodalia, situada a la comarca de l'Alt Urgell (Pirineu català); emmarcada a tramuntana pel riu de Lavansa i els Caps de la Mua i de la Guàrdia; a migdia per les serres de Turp, de Campelles i d'Odèn; a sol ixent pels punts culminants de la serra del Port del Comte: La Gespeguera (2331 m) i el Pedró dels Quatre Batlles (2382 m); i a ponent pel riu Segre; constitueix un paratge singular. Abrupte pels grans desnivells de més de 1800 m; intrincat per la seva peculiar estructura geològica; de contrastos morfològics d'acord amb els materials i amb l'estructura de plecs i falles i també per les accions climàtiques actuals que han modelat les fondalades, els congostos i les llaus, i les d'un passat geològic immediat que han donat lloc a grans acumulacions de pedruscall de gelivació a les parts més alteroses de les valls.

Tot plegat ha condicionat la natura dels sòls, de la vegetació i la fauna; i, amb l'afegitó de determinats fets històrics ⁽¹⁾, del poblament humà: escàs, dispers en minúsculs agrupaments (fins i tot abans del despoblament de les darreres èpoques), aferrat a una natura inclement migrada de recursos ⁽²⁾, com si fos una herència directa d'aquells primers pobladors que bastiren el dolmen de Coll Durau.

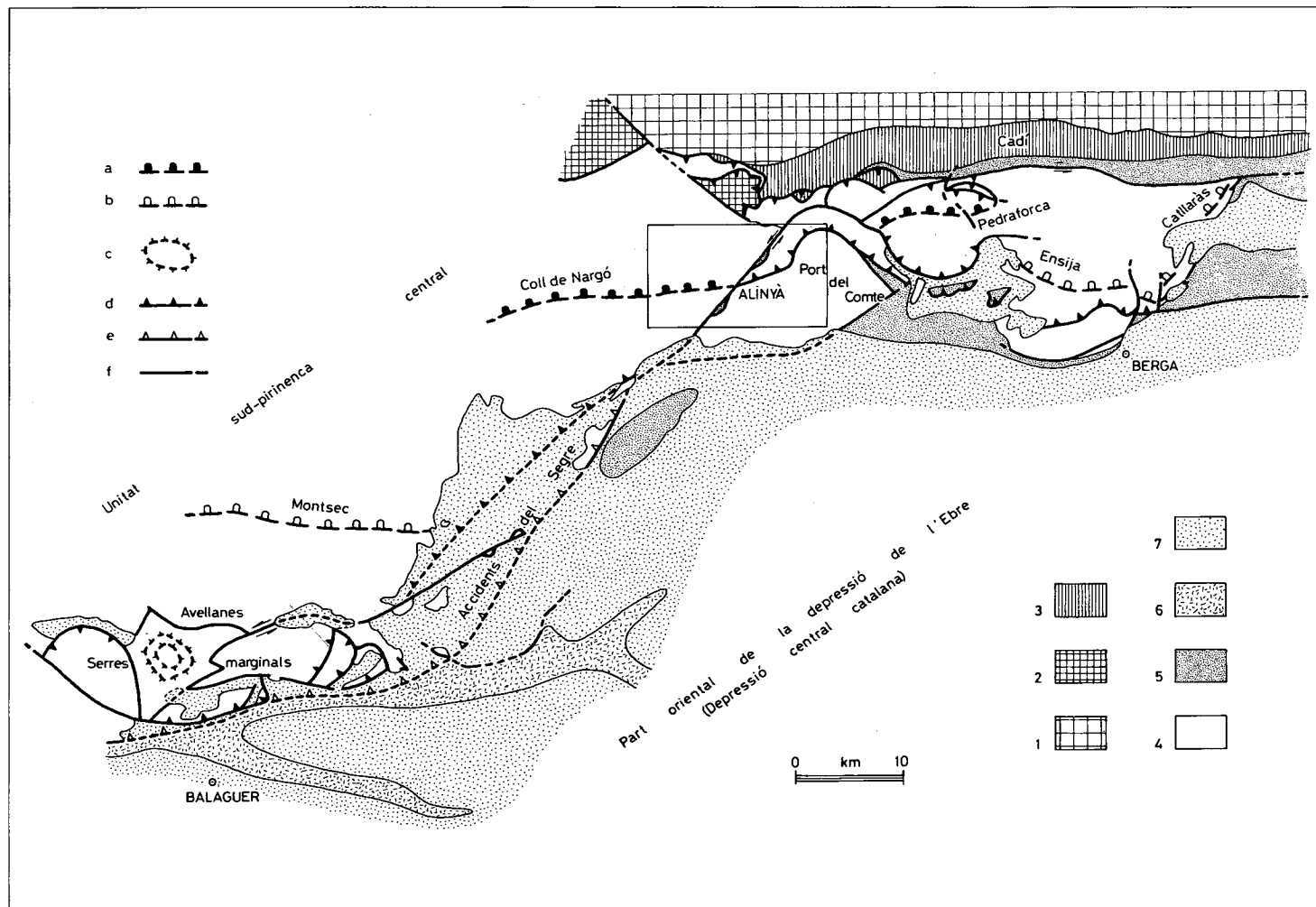
La nostra comesa és tractar d'explicar el substrat de tots els fets biològics i humans que concorren en aquesta contrada, és a dir: la geologia. L'aixecament d'una cartografia geològica acurada ha estat el primer i fonamental pas. En fer aquesta feina hem conegut amb cert detall els diferents terrenys des del punt de vista litològic i cronoestratigràfic mitjançant la identificació de fòssils característics; també hem sabut de la seva disposició estructural; i, amb l'ajut de coneixements adquirits anteriorment en l'ampli marc de les serralades sud-pirinenques entre els rius Cinca i Llobregat, hem pogut escatir les relacions que en l'espai i en el temps han tingut les diferents unitats geològiques, dissemblants pel seu origen paleogeogràfic però que, en l'actualitat, es juxtaposen en aquest insòlit indret del Pirineu català.

No se'ns escapa que la tasca és delicada: per la complexitat dels fets geològics que convergeixen en aquest lloc; per les subtilitats en què es fonamenten certes interpretacions, que només eixamplant el marc d'estudi es poden arribar a capir com arguments de pes; per la controvèrsia que poden promoure. Procurarem ser objectius i senzills presentant més fets que interpretacions, no usant ni abusant de la terminologia enrevessada. Esperem poder reeixir.

Abans de cloure aquesta introducció volem agrair a la Institució Catalana d'Història Natural la confiança que va depositar en nosaltres per fer l'estudi geològic de l'espai protegit d'Alinyà en el marc d'una investigació pluridisciplinar, i a la Fundació Territori i Paisatge l'ajuda financera.

Al professor Dr. Rolf Schroeder (Frankfurt, Alemanya) un reconeixement especialíssim per la seva generositat en atendre pacientment les nostres reiterades peticions relatives a la determinació específica de les orbitolines, imprescindible per a millorar el coneixement estratigràfic dels terrenys que pertanyen al Cretaci inferior. També hem d'agraciar-li la indicació d'un petit, però important, aflorament d'Eocè que ens havíem descuidat, així com haver-nos deixat consultar un document inèdit relatiu a una petita part de la regió.

A Jaume Costea (tècnic del Museu de Geologia de Barcelona) un sentit agraïment per la dedicació esmerçada a fer les nombroses preparacions de roques, que ens han estat necessàries per a l'estudi microscòpic d'algunes biofàcies.



Hem de fer constar també la nostra gratitud envers els diferents especialistes que, desinteressadament, han intervingut en la determinació de certes faunes tal com queda expressat en el lloc oportú, però que, no obstant això, tot seguit esmentem: Sebastià Calzada, Bernard Clavel, Jean Charollais, Lukas Hottinger.

MARC GEOLÒGIC REGIONAL

En la part central del vessant sud de l'istme pirinenc, entre el límit de l'alta carena primària o zona axial (3) i la depressió de l'Ebre, un seguit de relleus, que des del Llobregat a l'E fins el Cinca a l'W assoleixen una llargària d'uns 150 km i una amplitud màxima d'uns 60 km, són coneguts pels geògrafs com a Prepirineu.

No obstant això, els geòlegs hi distingeixen diferents unitats de N a S: 1, la franja de materials paleozoics i triàsics d'estructura complexíssima anomenada dels Noguera (Séguret, 1972; Zwart, 1979), que comença a l'W en el meridià de Benasc i s'estronca a l'E just enfront de Lavansa sobreposant llurs elements tectònics damunt la sèrie del Cadí, la qual està constituïda pels materials posteriors al Permotrias que recobreixen normalment el socle pirinenc; 2, la zona sud-pirinenca de la qual exposarem una visió sintètica tot seguit; 3, la zona plegada de l'avantpaís de l'Ebre, que es manifesta amb característiques molt diferents a un costat i a l'altre de la línia d'accidents del Segre: a l'E es veuen les notabilíssimes acumulacions de conglomerats (Olina, Sant Llorenç de Morunys, Berga) i a l'W s'observa una subtil combinació de tectònica i sedimentació evaporítica i detrítica (Ullastre y Masriera, 1995, 1999) que excloué la deposició de les grans masses de conglomerats de l'expressada regió oriental.

Fig. 1. Situació de la vall d'Alinyà en el marc geològic regional. Terrenys: 1, Paleozoic i Permotrias del Pirineu "axial". 2, Paleozoic i Triàsic inferior i mitjà al-loctons de la zona dels Noguera. 3, Sèrie del Cadí: recobriment normal, mesozoic-cenozoic, del sòcol paleozoic. 4, Terrenys mesozoics-cenozoics de la zona sud-pirinenca desplaçats en relació a la sèrie del Cadí. 5, Terciari marí (Cuisià superior a Priabonià) de la zona plegada de l'avantpaís i de la sèrie del Cadí. 6, Evaporites de l'Eocè superior de la zona plegada de l'avantpaís. 7, Terciari continental sincrònic i posterior a la tectònica de l'Eocè mitjà-superior.

Accidents (35): a, Paleoaccident de Coll de Nargó - Pedraforca. b, Paleoaccident del Montsec - Ensija - Catllaràs. c, Paleodiapir de Les Avellanes (36). d, Encavalcaments produïts durant i després de l'Eocè mitjà-superior indiferenciats. e, Encavalcament produït durant l'Eocè superior. f, Falles verticals o propores a la vertical i falles en direcció més o menys encavalcants produïdes durant i després de l'Eocè mitjà-superior.

Fig.1. Location of the Alinyà Valley within the geological setting of the region.

Stratigraphic units: 1, Paleozoic and Permotrias of the "axial" Pyrenees. 2, Allochthonous Paleozoic and Lower and Middle Triassic of the Noguera Zone, 3, Cadí unit: normal cover (mesozoic-cenozoic) of the paleozoic basement. 4, Mesozoic-Cenozoic of the South Pyrenean zone displaced in relation to the Cadí unit. 5, Marine Tertiary (Upper Cuisian to Priabonian) of the folded zone of foreland and the Cadí unit. 6, Upper Eocene evaporites of the folded zone of foreland. 7, Continental Tertiary synchronous and posterior to the Middle-Upper Eocene tectonics.

Tectonic symbols (35): a, Coll de Nargó-Pedraforca paleo-fault. b, Montsec-Ensija-Catllaràs paleo-fault. c, Les Avellanes paleo-diapir (36). d, Thrusts produced during and after the Middle-Upper Eocene undifferentiated. e, Thrust produced during Upper Eocene. f, Vertical faults or reverse faults and strike-slip faults with more or less thrusting produced during and after the Middle-Upper Eocene.

La zona sud-pirinenca, extensa i complexa pel que fa a la seva evolució paleogeogràfica i estructural, comprèn les sèries mesozoïques i cenozoïques al·lòctones que hi ha a cada costat de la línia d'accidents del Segre. A ponent l'anomenada unitat sud-pirinenca central (Séguret, 1972), a llevant la zona tectònica del Pedraforca *sensu lato* (Ullastre *et al.*, 1990; Ullastre y Masriera, 1996) en la qual incloem el massís del Port del Comte i les escates tectòniques d'Alinyà - Tuixén - La Coma.

La part catalana de la unitat sud-pirinenca central conté: sobre el Triàsic superior, una sèrie juràssica i eocretàcia molt potent al N (Bóixols, Organyà), que es redueix vers el S (Montsec, ? Turp) i és inexistent a les Serres marginals; i, una sèrie neocretàcia, també molt potent, que constitueix el substrat preterciari de la Conca de Tremp i es redueix progressivament cap al N i cap al S, direcció en la qual es disposa en discordança sobre el Juràssic, sovint amb la interposició de bauxites. Deixant a part les deformacions tectòniques antecenomanianes, aquest gran domini sedimentari fou afectat durant el final del Cretaci, el Paleocè i l'Eocè inferior per tres grans accidents: el de Coll de Nargó, el del Montsec (Ullastre *et al.*, 1987; Ullastre et Masriera, 1992, 1996) i un darrer accident, analitzat fa poc (Ullastre y Masriera, 1999), relacionat amb la irrupció diapírica del Trias de les Avellanes. Aquests accidents compartimentaren la unitat en qüestió, condicionant la sedimentació marina de l'Eocè inferior, que se suposa no ultrapassà cap al N el massís de Bóixols - Organyà.

El mateix dispositiu sedimentari i tectònic ha estat identificat per nosaltres a l'E del Segre a la zona del Pedraforca. Alhora, hom ha establert les relacions d'aquesta zona amb l'W de la sèrie del Cadí i les relacions de les escates d'Alinyà - Tuixén - La Coma juntament amb el Port del Comte amb les Serres marginals a l'W del Segre (Ullastre i Masriera, 2000) per un costat i amb l'esmentada zona del Pedraforca per l'altre. De tal manera, és plausible imaginar que fins les albors de l'Eocè mitjà la sèrie del Cadí, la zona del Pedraforca *s.l.* i la unitat sud-pirinenca central s'alineaven de l'E a l'W tot formant una panunitat que els moviments tectònics tangencials i en direcció intralutecians i posteriors vingueren a desgavellar.

L'evolució subsegüent, fins que la zona del Pedraforca queda a la fi col·locada al S del Cadí i les estructures maastrichtianes i paleògenes, que afectaven com hem dit la unitat sud-pirinenca central i aquesta zona, són truncades per la massa rígida del Port del Comte empesa cap al N, és vertaderament complexa, donat que es desenvolupa al llarg de tot l'Eocè mitjà-superior, l'Oligocè i part del Neogen (Durand-Delga *et al.*, 1989) en una combinació continuada de tectònica i sedimentació.

Al nostre entendre, els desplaçaments tangencials intraeocens es produïren en el sentit NW-SE. Moviments posteriors sensiblement ortogonals en el sentit SW - NE han estat demostrats en els nostres treballs.

Pel que fa al problema de l'existència de més o menys Terciari autòcton sota la unitat sud-pirinenca central a l'W del Segre (sobre el qual només es disposa de dues dades objectives que hem de creure fiables: el sondeig Isona 1 bis i el Comiols 1) direm que la seva solució constitueix la clau de la restitució al seu lloc de les unitats sud-pirinenques, és a dir d'estimar en quina mesura són al·lòctones (Roure et Choukroune, 1992).

En aquest context trobem la vall d'Alinyà (Fig. 1), estructurada sobre la prolongació NE dels accidents del Segre. Amb un compartiment a l'W que pertany a la uni-

tat sud-pirinenca central i un compartiment oriental (les escates d'Alinyà i el massís del Port del Comte) que hauria estat estretament vinculat a les Serres marginals i que, alhora, a través de la vora S i E de la zona del Pedraforca, es relacionava en un passat geològic amb l'W del Cadí. I, amb una minúscula unitat intermèdia, de materials eocens comparables als de Sant Llorenç de Morunys - Queralt, que pertanyia a l'avantpaís SE que s'instaurà a partir del Cuisià superior.

La descripció que farem, tot seguit, de l'àrea en qüestió, posarà de manifest les profundes diferències que hi ha entre ambdós compartiments i la complexitat de la franja de lliscament tectònic en direcció que els separa. I, constatat aquest fet i extralimitant el camp d'observació i consideració, podrem relacionar amb més o menys certesa –com ja ho hem fet– unes unitats amb les altres mitjançant arguments indirectes d'ordre estratigràfic; podrem destriar la successió d'episodis tectònics i sedimentaris en el temps; però, al capdavant, pel que fa a les causes eficients que han intervingut fins arribar a l'actual disposició caòtica de les diferents unitats creiem que *ignoramus et ignorabimus*.

ESTRATIGRAFIA

REFLEXIONS PRÈVIES

Qualsevol intent de cartografia geològica planteja un problema fonamental: l'elecció de les unitats estratigràfiques a representar; elecció que només podrem fer, amb desigual fortuna, després d'adquirir un coneixement, directe i lliure, força aprofundit de la regió que tenim davant, cosa que, certament, no s'aconsegueix amb facilitat.

Els criteris que es poden seguir en aquest afer són diversos. Uns poden ser purament litoestratigràfics i geomètrics; d'altres seqüencials per tectònica o eustatisme; uns altres bio i cronoestratigràfics. Tots per si sols tenen inconvenients.

Els primers, aplicats a una regió complicada estructuralment, com és el cas, sovint són insuficients per aclarir les relacions en l'espai i en el temps de les diferents formacions litològiques. Els criteris seqüencials són relativament fàcils d'aplicar quan es tracta d'identificar discontinuïtats majors de caràcter regional, però sumament delicats quan volem destriar per sota d'allò que en diríem les megaseqüències, i sempre es necessita prendre en consideració, a més de la disposició sedimentària, l'edat relativa dels materials sense la qual cosa es poden cometre greus equivocacions. L'elecció d'unitats en funció només de la seva edat no és pas convenient tampoc si es tracta de plànols a una escala detallada, ja que difícilment es poden reconèixer a cop d'ull damunt del terreny; això no obstant, hem de tenir present sempre que la datació dels terrenys és la dada fonamental per conèixer la geologia d'una regió; sense aquesta dada tota interpretació pot esdevenir errònia.

Nosaltres, com sol ser habitual en una regió que no és pas inexplorada (Guérin-Desjardins et Latreille, 1961), hem seguit un criteri mixte on les unitats, malgrat anteposar la seva edat, tenen un sentit litològic important i a voltes també els seus límits coincideixen amb discontinuïtats majors, imprescindibles per esbossar l'evolució paleogeogràfica i estructural.

ELS TERRENYS: UNITATS I EDAT (4)

K - Triàsic superior

Les margues bigarrades rogenques i els guixos de fàcies Keuper són el component principal. Aquest terreny està poc representat a l'àrea cartografiada, malgrat que s'intueix una existència força important en el corredor de fractura que va de Coll de Boix (BO) al Coll d'Ares (CA) sota el pedruscall o la cobertora edàfica i vegetal.

Les carnióles són escasses; i les ofites, que solen trobar-se en aquest terreny, només es veuen aquí en dos petits afloraments prop de Les Boïgues (LB): un a l'W, pinçat en el pla de falla que puja pel barranc de L'Alzina (5), l'altre al costat mateix del corral. Aquest darrer aflorament fou indicat per Closas-Miralles (1954).

Vers la part superior sol haver-hi un enriquiment en filades calcariodolomítiques (fàcies retiana) que es pot observar molt bé al Collet del Bas (CB) precedint el terme que ve a continuació.

L1 - Triàsic terminal i Liàsic inferior

El pas de les fàcies continentals evaporítiques a les carbonàtiques marines de plataforma molt soma, es veu com hem dit al Collet del Bas (CB). Al SW del coll, en el vessant, en mig dels esbaldregalls, tenim el Trias superior margós i guixenc; en el coll mateix les margues són grises, beig o rogenques i comencen a tenir intercalacions carbonàtiques; pujant cap al NW trobem, de baix a dalt:

- Bancs margocalcaris dolomítics.
- 0,5 m de bretxa calcària.
- Calcàries amb estructura més o menys laminada excepcionalment amb alguns ostracodes.
- Calcàries amb interstrats lleugerament argilosos que contenen diminutes radioles i plaques d'equinoïdeus (*cf*, "calcàries amb *Diademopsis*" de Fauré, 1984).
- Bretxes calcariodolomítiques potents.

Després venen calcàries dolomítiques en capes no gaire potents i calcàries oolítiques.

El límit superior del que s'ha cartografiat com L1, quan el contacte amb la unitat liàsica immediata és normal, ve marcat per la presència d'una crosta ferruginosa ("hard ground"), equivalent a una discontinuïtat major de caràcter regional. Un lloc apropiat per veure amb precisió aquest límit és al SE del Tossal de l'Àliga (TA). Hom observa, de dalt a baix:

- Sostre: "margocalcàries amb pectínids" de Fauré (1984), que contenen, a més, braquiòpodes, belemnits i *Beaniceras luridum*, ammonit del Pliensbaquià inferior (=Carixià), (Fauré, 1984, p. 27-28, fig. 4).
- "Hard ground" sinemurià.
- Calcàries oolítiques amb abundant fauna silicificada (gastròpodes, corals...) del Sinemurià.

En la unitat litoestratigràfica analitzada es considera que hi estan representats els estatges Retià - Hettangià i Sinemurià.

L2 - Liàsic mitjà - superior

Per damunt de la discontinuïtat sinemuriana ja hem dit abans que hi trobem les “margocalcàries amb pectínids”, que ocupen la part baixa de l'estatge Pliensbaquià (antigament anomenat Charmouthià).

A sobre es troben les “calcàries bioclàstiques roges” molt riques en braquiòpodes, belemnits i ammonits. Fauré (1984, p. 28) ens dona una successió observada a Alinyà amb la fauna característica del Pliensbaquià superior (=Domerià) - Toarcià basal.

Les margocalcàries i margues amb braquiòpodes i les margues gris-blavoses que segueixen (“margues amb *Dumortieria*”) estan molt ben representades al Coll de Fumers (CF). Pertanyen al Toarcià.

El límit cartogràfic amb la unitat següent són els bancs de l'ostreïd anomenat *Gryphaea sublobata*.

En els afloraments de Liàsic mitjà - superior que hi ha representats en el plànol geològic difícilment podem identificar-hi junts tots els termes assenyalats, que constitueixen la successió completa. La tectònica, en uns llocs n'és la responsable; en altres, la cobertora de detritus. On la sèrie apareix amb major normalitat és en el vessant dret del barranc de l'Alzina, entre el peu sud-oriental del Tossal de l'Àliga (TA) i el Coll de Fumers (CF).

J - Dogger - Malm

El mur d'aquesta unitat són els bancs de *Gryphaea* ja esmentats, els quals es consideren (Peybernès, 1976; Fauré, 1984) de la part baixa de l'Aalenian, estatge a cavall del Liàsic i del Dogger.

On les condicions d'observació són bones –per exemple al Coll de Fumers (CF)– es poden veure les primeres capes que al Pirineu es jutgen com l'inici del Dogger: corresponen a la biozona de *Serpula quadricristata*. Aquest serpulid es troba en margocalcàries oncolítiques groguenques i, malgrat que la seva distribució estratigràfica vertical és àmplia i per tant cronològicament poc precís, a les regions sud-pirinenques (Serres marginals, Montsec...) sol aparèixer només a la base de les dolomies negres que s'hi superposen i que s'han vingut atribuint al Juràssic mitjà-superior.

Aquestes dolomies destaquen en el paisatge pel seu color fosc. Difícilment hi trobarem fòssils i per això la seva edat exacta és incerta. La potència varia força. A la franja que va del SE del Tossal de l'Àliga (TA) al Coll de Fumers (CF) es mostren potents; a Els Castellons (CT), en canvi, per damunt de les capes margoses amb *Gryphaea*, el Dogger està representat per un banc d'un metre o poc més de dolomia, que suporta vestigis de bauxita; això pel que fa als afloraments del compartiment oriental o del Port del Comte. A l'W de la fractura de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA), les dolomies negres apareixen en comptats indrets: Bertró (BE), N d'Alinyà, W del Tossal de Balinyó (TB), per citar els llocs on són més visibles; a la serra de Turp, al SW de Santa Pelaia (SP), tenen una espessor reduïda.

Excepcionalment, quan disminueix la dolomitització, cap a les parts més altes de la unitat, poden aparèixer calcàries amb l'eventual presència d'organismes atribuïbles al Malm. A Bertró (BE), per damunt de les dolomies, hi ha calcàries en capes

centimètriques a decimètriques més o menys plegades disharmònicament, seguides d'un horitzó de margocalcàries amb restes de fauna bentònica, tot plegat precedint el Cretaci inferior ben datat.

Tenint en compte que el cicle sedimentari del Cretaci inferior fou globalment transgressiu sobre el Juràssic fins l'Aptià superior i regressiu durant l'Albià - Cenomanià inferior, és normal que el sostre del Dogger-Malm sigui diferent segons la posició paleogeogràfica que ocupava cada unitat en el moment que es produí la sedimentació d'aquest cicle. En efecte, a l'W d'Alinyà el Dogger-Malm (Jc) té al damunt les calcàries marines (Ci1) de base diacrònica: Neocomià al N, Aptià superior al centre; al S les fàcies continentals de l'Albià - Cenomanià inferior (Ci3 - Cs1) són les que descansen sobre el Juràssic assenyalat amb la lletra b (Jb). A les unitats estructurals de l'E d'Alinyà, que originàriament estaven més al S de la serra de Turp, el sostre de les dolomies juràssiques (Ja) és una discontinuïtat major aquí i allà reblerta per les bauxites, que segons els estudis de Combes (1969) i Combes et Peybernès (1996), es formaren a partir del Bedulià, és a dir durant el Cretaci inferior alt, (Ullastre, 1998b; Ullastre i Masriera, 2000).

L'anàlisi de les característiques i de l'evolució sedimentària d'aquests materials cretacs és l'objectiu de l'epígraf següent.

Ci - Cretaci inferior

En la cartografia d'aquest terreny hem fet una distinció litològica elemental: un terme inferior (Ci1) format per calcàries franques, massives de color clar, de caire "urgonià"; i un terme superior de calcàries argiloses, margocalcàries o margues (Ci2). Aquests dos termes, a l'escala de l'aflorent, es presenten un damunt de l'altre ja sia en sèrie normal o invertida. No obstant això, degut a la tectònica, no es pot pas assegurar que els materials Ci2 siguin tots cronològicament posteriors a totes les calcàries Ci1, considerant el problema a l'escala de l'àrea cartografiada; això vol dir que, és possible que hi hagi canvis laterals de fàcies: pas de calcàries a margues o viceversa. Aquesta possibilitat, com veurem, esdevindrà un fet, que es constata a través de certs indicis cartogràfics i sobretot de l'estudi d'algunes faunes que ens han permès fer datacions precises.

Hem convingut també a distingir un Ci1n - Ci2n d'un Ci1s - Ci2s, prenent per línia divisòria la fractura de la Font de Codonyes (FC) - Forn. Els termes N, assenyalats amb la n, són els que corresponen a la part alta de la sèrie poc tectonitzada del congost d'Organyà i que aparentment no presenten problemes de sincronia entre calcàries Ci1n i margues Ci2n. Els termes S, assenyalats amb la s, els trobem en una zona força trasbalsada per la tectònica, especialment a la franja limitada per la falla de la Font de Codonyes (FC) - Forn i els cims del Tossal de Balinyó (TB) - Roca dels Collars (RC) - Roc de Galliner (GA), la qual cosa dificulta saber quines eren originàriament les relacions entre un terme i l'altre més enllà del que hom constata a l'aflorent.

Dit això, tractarem tot seguit de descriure, datar els termes i esbrinar el millor possible aquest problema, anunciant ja que una anàlisi més reeixida no està ara al nostre abast.

1. Les calcàries Ci1

En el sector N, les calcàries del Cretaci inferior les trobem a la marge esquerra del riu de Lavansa (Ci1n). Són els últims termes de la successió del congost d'Organyà que comença a l'W de Montan de Tost amb la "bretxa límit" a la base, d'edat Malm-?Berriasià, i continua amb més de 2000 m de potència de calcàries, en general marines, del Neocomià-Barremià-Aptià basal (Peybernès, 1976; Berástegui *et al.*, 1990; Schroeder *et al.*, 2000).

Al S del riu de Lavansa els terrenys Ci1n són calcàries marines amb rudistes o calcàries depositades en un ambient més confinat (lacunomari o lacunolacustre) amb caròfits i anèlids.

Dins l'àrea al S de la falla de la Font de Codonyes (FC) - Forn, on el Cretaci inferior 1 ha estat convencionalment assenyalat amb la s, són comptats els punts en què es poden analitzar els materials Ci1s partint del contacte amb les dolomies subjacents considerades juràsiques (Jc), i encara no pas de tots disposem de determinacions precises per saber-ne l'edat exacta.

Aquests llocs d'especial interès són: Bertró (BE), La Masieta (LM), SE de la Font de Codonyes (FC), W de Roca de Narieda (RN) - Tossal de Balinyó (TB), W de la Roca dels Collars (RC), E de Canelles i anticlinal de la cota 1433 al N d'Alinyà.

Al NW de Bertró (BE), per damunt d'una sèrie que comprèn diferents termes del Juràssic (del Lias al Dogger-Malm), de baix a dalt s'observa:

- Mur: calcàries plegades disharmònicament seguides d'un horitzó de margo-calcàries amb restes de fauna bentònica.
- Calcarenites oolítiques ferruginoses amb *Choffatella* cf. *pyrenaica* i altres microforaminífers (Neocomià).
- Calcàries clares amb orbitolínids: *Valserina* gr. *bronnimanni* - *charollaisi*, *Paleodictyoconus cuvillieri*, *Falsurgonia pileola* ⁽⁶⁾, fauna característica del Barremià inferior.
- Calcàries micrítiques fosques
- Falla
- Sostre. margocalcàries i margues del Ci2s de Forn.

A La Masieta (LM), per sobre de les dolomies (Jc), hi ha calcàries marines i calcàries amb caròfits que podrien ser del Neocomià-Barremià.

Al SE de la Font de Codonyes (FC), les calcàries Ci1s, que estan en contacte amb les dolomies (Jc), contenen orbitolínids i caròfits probablement barremians.

L'anticlinal de Roca de Narieda (RN) - Tossal de Balinyó (TB) mostra per l'W el nucli amb les dolomies (Jc); el seu estudi té un interès especial com tot seguit es veurà. La successió que tenim al N del Tossal de Balinyó (TB) és la següent:

- Mur: dolomies fosques (Jc) atribuïdes al Juràssic superior.
- Calcarenites amb *Valdanchella miliani* ⁽⁶⁾ del Valanginià inferior.
- Calcàries micrítiques amb vetes de calcita espàtica; contenen algues i foraminífers.
- Calcàries marines amb orbitolínids, i lacunolacustres amb caròfits; s'hi ha identificat: *Paleodictyoconus cuvillieri*, *Valserina* sp. ⁽⁶⁾ del Barremià inferior.
- Potent successió de calcàries que constitueixen els cingles superiors, que en bona part són de l'Aptià.
- Sostre: calcàries argiloses del Ci2s.

Al SW del Tossal de Balinyó (TB), damunt d'un aflorament de dolomia (Jc) voltat de calcàries Ci1s, tenim una sèrie carbonàtica subvertical amb un fort cabussament

al S, en la qual des dels primers metres s'hi troba *Mesorbitolina parva* i *M. texana* (6) de l'Aptià superior.

D'això en resulta que, a despit d'allò que alguns autors han afirmat (7), en el compartiment de Roca de Narieda (RN) - Tossal de Balinyó (TB) hi ha un Cretaci inferior (Ci1s) que comprèn, per damunt de les dolomies (Jc), diferents termes cronoestratigràfics, alguns dels quals només estan representats en allò que podríem dir el flanc N de l'anticlinal. Així doncs, sota la vertical del cim de la Roca de Narieda (RN) tenim de baix a dalt un Neocomià - Barremià - Aptià, mentre que al S del Tossal de Balinyó (TB) és l'Aptià superior el que està en contacte immediat amb el substrat juràssic. Heus aquí una prova (que matisarem després) del diacronisme del sostre de les dolomies juràssiques (Jc), del qual hem fet esment en parlar d'aquest terreny.

A l'W de la Roca dels Collars (RC) es pot veure com els horitzons farcits d'orbitolines (*Mesorbitolina* de l'Aptià superior) del límit Ci1s - Ci2s estan en contacte sedimentari amb les dolomies (Jc) que hem atribuït al Juràssic.

A l'E de Canelles a la base de les calcàries Ci1s es troben algunes capes amb orbitolines aptianes, més amunt són freqüents les algues coralinàcies.

Al N d'Alinyà, l'anticlinal de la cota 1433 mostra en el seu flanc N, de baix a dalt, la successió següent:

- Mur: dolomies fosques (Jc) del Juràssic superior.
- Superfície de discordança.
- 1-2 m de calcàries amb orbitolines indeterminades.
- Superfície de discordança.
- 3-4 m de breixa calcària grollera, ferruginosa, amb glauconita i ostreïds.
- Calcàries detrítiques a la base; després amb algues, corals..., eventualment orbitolines de l'Aptià superior (*Mesorbitolina texana*) (6).
- Sostre: margocalcàries Ci2s.

En el flanc S sembla que desapareix el primer banc de calcàries amb orbitolines i també la breixa. Les calcàries Ci1s, amb algues, corals..., orbitolines..., tenen una intercalació lleugerament terrígena amb braquiòpodes, equinoïdeus...

L'anàlisi precedent ens fa pensar, en una primera impressió, que en efecte hi ha una diacronia de N a S en els terrenys del Cretaci inferior (Ci1) immediats a les dolomies assenyalades amb el símbol Jc, i que aquest Cretaci va disposar-se sobre un substrat irregular. No obstant això, que probablement en bona mesura és cert, hom pot creure també que les dolomies atribuïdes al Juràssic no pas sempre tinguin únicament aquesta edat (recordem la falta, en general, d'arguments paleontològics), la qual cosa podria ésser si admetem una dolomitització diagenètica postjuràssica i per tant la possibilitat d'afectar materials de la base del Cretaci inferior. Alguns contactes més o menys difusos entre dolomies (Jc) i calcàries del Ci1s podrien ser un indicatiu d'aquest fenomen hipotètic, (verbigràcia: SE de la Font de Codonyes (FC); aflorament rodejat de Ci1s en el flanc S del Tossal de Balinyó (TB); E de Canelles).

2. Els materials calcarioterrígens Ci2

Els terrenys Ci2n a la vall de Cabó (a l'W del Segre) tenen una potència màxima de més de 2500 m, i contenen diferents horitzons d'interès amb ammonits, equinoïdeus, orbitolines... (Rosell, 1967; Peybernès, 1976). Cap a l'E es redueixen progres-

sivament: a Voloriu tenen uns centenars de metres i en el meridià d'Aïnat (AI) zero metres. En aquest fet ha intervingut un factor d'ordre sedimentari poc estudiat i una laminació tectònica evident al N d'Aïnat (AI).

Aquests materials, al S de la falla de la Font de Codonyes (FC) - Forn, esdevenen més carbonàtics que no pas al N. Les fàcies paleontològiques no hi abunden; malgrat això en donarem tot seguit unes poques dades.

En el compartiment que hi ha entre aquesta falla i el feix de fractures del N de Roca de Nariada (RN), vers la base dels terrenys cartografiats com Ci2s, hi hem reconegut la presència de *Palorbitolina lenticularis* (6), espècie amb una distribució estratigràfica àmplia (del Barremià superior al límit Bedulià - Gargasià). Una mica més amunt, estratigràficament parlant, en el vessant N del torrent de les Tines que solca de l'E vers l'W aquest compartiment, hi hem trobat *Toxaster collegnoi* (8), equinoideu aptià (Bedulià - Gargasià inferior). Hem de dir que gran part de les margocalcàries Ci2s són aparentment azoïques.

A l'indret de la Roca dels Collars (RC) les margues Ci2s, sovint farcides d'orbitolines de l'Aptià superior, s'indenten amb les calcàries "urgonians" Ci1s.

En el sinclinal de Sant Pere, les capes del seu flanc N mostren de baix a dalt:

- Mur: dolomies Jc i calcàries Ci1s amb intercalació de margues Ci2s.
- Margocalcàries amb bancs zoogènics d'orbitolines de l'Aptià superior.
- Margocalcàries amb una desaparició força sobtada de les orbitolines.
- Margocalcàries amb grans ostreïds i braquiòpodes (*Cyrtothyris middlemissi*) (9), ocupant l'eix del sinclinal.

Els bancs amb orbitolines de l'Aptià superior que acabem d'assenyalar es retroben a l'E, al peu del Tossal de Balinyó (TB), en el contacte entre Ci1s i Ci2s; i a l'W, una mica per sota del Coll de la Massana (CM), en el contacte, en aquest cas mecanitzat, entre les dues unitats esmentades.

En el flanc S invertit de l'anticlinal de la cota 1433 del N d'Alinyà a les margocalcàries Ci2s hi hem trobat *Toxaster collegnoi* (8), l'edat del qual ja ha estat indicada.

Dit això, ens sembla plausible concloure que l'edat dels materials Ci2 oscil·la entre un Aptià inferior (Bedulià) i un Aptià superior baix (Gargasià); no pot excloure's l'existència d'un Aptià terminal que estigués representat en alguns nivells superiors on les margues tenen un cert caràcter euxínic i per tant les faunes característiques que permetrien una datació o són absents o difícils de trobar.

3. Ci3-Cs1 - Albià superior - Cenomanià inferior continentals

Són terrenys que afloren només en el flanc N de l'anticlinal asimètric de Turp, entre l'E del Coll de la Travessa (TR) i l'ermita de Santa Pelaia (SP).

Formen una estreta franja de margues amb lignits situada entre les dolomies del Juràssic mitjà - superior i les calcàries del Cenomanià superior.

Coneguda d'antic pel seu interès miner (10) fou estudiada per Peybernès (1976, p. 367), qui la considera de l'Albià superior en haver-s'hi trobat caròfits del gènere *Atopochara* (Clavatoraceae).

Més tard, Grambast-Fessard (1980) va estudiar els utricles procedents de Turp creant l'espècie *Atopochara brevicellis* (11). Després, Feist (1981) va retrobar l'espècie catalana a la part baixa del Cenomanià superior de la regió francesa de Var. Per això,

en un treball nostre (Ullastre y Masriera, 1989), vam pensar que en aquestes margues amb lignits podia estar representada la transició de l'Albià al Cenomanià (12).

Les margues, en general, són grises, amb les susdites filades de carbó; no obstant això, podem veure a més horitzons ferruginosos a la base i algunes intercalacions de margocalcàries. Juntament amb els caròfits s'hi troben restes de gastròpodes.

4. Les bauxites B

Es tracta de roques compactes, argiloses, de color rogenc amb clapes blanques, plenes de pisòlits ferruginosos, riques en òxids i hidròxids d'alumini, apreciades com a mena d'aquest metall. Es consideren originades a partir de formacions pedològiques que ocupaven el marge continental sud-pirinenc en una època postjuràssica que després precisarem.

Les trobem en afloraments inconnexos, degut a la seva sedimentació en bosses d'origen càrstic. Com ja s'ha dit, el seu substrat són les dolomies juràssiques (Ja) de les unitats a l'E de la gran fractura de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA); unitats que, abans dels trasllats tectònics cenozoics, ocupaven una posició meridional en relació a la unitat sud-pirinenca central a l'W d'Alinyà i per tant formaven part d'una vora de conca en iniciar-se el Cretaci inferior.

Les bauxites d'aquesta regió pirinenca foren estudiades i divulgades per Closas-Miralles (1954). Anant del NE cap el SW trobem els afloraments següents: al S del Clot del Ferrer (FE) es veuen vestigis bauxítics seguint la falla que posa en contacte el Cretaci superior (Cs3b) amb el Juràssic (Ja); entre L'Alzina i La Vall del Mig (VM), a peu de carretera, trobem el dipòsit més notable; al NE de Llobera (LL) es veuen vestigis entre les capes detrítiques del Cretaci superior (Cs3a) i les dolomies (Ja); finalment, a Els Castellons (CT) es troben restes de materials bauxítics damunt d'un Dogger dolomític molt reduït (Ja) que té per sostre llims arenosos i gresos (Cs3a) amb rudistes i corals ("*Cyclolites*" = *Cunolites*) probablement del Santonià superior.

Així doncs, el sostre de les bauxites és el Cretaci superior silicoclàstic (Cs3a) amb una edat variable segons els llocs: en uns ens és desconeguda; en un altre (Els Castellons, CT) és presumible que sigui santoniana superior (segons la fauna fòssil trobada per Closas - Miralles, 1954 i retrobada per nosaltres, Ullastre i Masriera, 2000); fora de l'àrea estudiada, al Coll de Jou del massís del Port del Comte, els materials detrítics equivalents al Cs3a, s'han considerat del Maastrichtià segons un estudi espopolínic (Bilotte, 1984, 1984-1985).

Pel que hem dit sabem que les bauxites es troben entre un Dogger-Malm calcaridolomític i un Senonià inferior terminal silicoclàstic. No obstant això, per a poder precisar més l'edat del fenomen bauxític, és precís fer una comparació dels materials encaixants de la regió d'Alinyà amb el de les Serres marginals (concretament del lloc anomenat Font de la Forradella) on s'ha pogut identificar en el mur la presència de Cretaci inferior continental (Valanginià - Bedulià), (Combes, 1969; Peybernès, 1976; Ullastre, 1998b).

Aquesta comparació, inclosa en un treball nostre (Ullastre i Masriera, 2000) en el que es fa notar la identitat cronoestratigràfica (Santonià superior) del sostre de les bauxites d'Els Castellons (CT) i el de la Font de la Forradella (Alòs de Balaguer), ens

fa pensar que tant les bauxites d'un lloc com de l'altre es dipositaren després del Bedulià i abans del Santonià superior. Els raonaments de Combes (1969) i de Combes et Peybernès (1996) permeten creure que es formaren durant l'Aptià-Albià.

Cs1 - Cenomanià superior - Turonià

La base de la unitat estratigràfica que anem a tractar és una important discontinuïtat que es manifesta en bona part de les regions sud-pirinenques.

Aquí la regressió marina albovraconiana –probablement lligada a la tectònica epirògena antecenomaniana– va comportar la manca de sedimentació o la deposició de fàcies diverses segons els llocs. En efecte, a la regió cartografiada, a l'època, es dipositaren materials lacustres (Ci3-Cs1) a la serra de Turp; mentre que, a la resta, la incerta atribució a l'Aptià terminal - Albià de les darreres roques terrígenes del Cretaci inferior fa pensar que no hi hagué sedimentació. Més a l'W, en canvi, les “margues negres del barranc l'Inglada i de Bóixols” a l'altre costat del Segre poden considerar-se, ja amb seguretat, albianes; i anant més a l'W encara, a la serra d'Aulet, trobarem una certa continuïtat sedimentària entre el Cretaci inferior i el Cenomanià (Souquet, 1967; Garrido y Ríos, 1972; Schroeder, 1973; Peybernès, 1976).

Així doncs, el Cenomanià superior en aquest indret sud-pirinec hem de considerar-lo discordant sobre un substrat d'edat variable del NW vers el SE, marcant l'inici de la transgressió del Cretaci superior.

El Cenomanià superior - Turonià està representat en una barra de calcària que acostuma a destacar encinglerada, donada la seva resistència a l'erosió enfront dels materials més tendres que sempre té a sota (margues del Ci2 o del Ci3 - Cs1) i sovint també a sobre (margocalcàries i margues del Cs2), com per exemple es veu al sinclinal d'Aïnat (AI) (prolongació oriental del de Santa Fe d'Organyà).

A la base, les calcàries, una mica argiloses, contenen prealveolines que caracteritzen el Cenomanià superior; més amunt, els foraminífers bènctics desapareixen i les calcàries, massives i compactes, passen a ser una micrita plena de microscòpics organismes planctònics: les “fissurines”, protozous de posició sistemàtica dubtosa (*incertae sedis*), però que constitueixen una microfàcies paleontològica molt particular i estesa a les regions pirinenques i també en altres de la Tetis cretàcia. Aquestes calcàries és també habitual anomenar-les “calcàries amb *Pithonella*”, per ésser aquest un dels gèneres més corrents de les “fissurines”.

A l'W de Canelles la barra cenomanoturonià suporta, en manifesta discordança angular i erosiva, les bretxes roges del Maastrichtià continental - Paleocè (Mc1-E1-2) les quals no són altres que la continuació oriental de les de Sallent i de Coll de Nargó a la dreta del Segre (Ullastre *et al.*, 1987).

A la serra de Turp, a uns 1000 m al SW de l'ermita de Santa Pelaia (SP), es veu amb precisió la unitat estratigràfica que ens ocupa i el pas a la unitat superior del Senonià inferior (Cs2).

De baix a dalt hom observa:

- Mur: margues amb lignits (Albocenomanià continental, Ci3 - Cs1).
- Superfície de discordança.
- Calcàries amb prealveolines (*Praealveolina* gr. *cretacea*, *P. ovum*, *P. simplex*) del Cenomanià superior; (13).

- Calcàries micrítiques amb “fissurines” (*Pithonella*, *Stomiosphaera*...) del Turonià.
- Crosta ferruginosa (“hard ground” presenonià inferior).
- Calcària arenosa ferruginosa (1 m).
- Calcarenita grisa (3-4 m).
- Calcàries grises amb *Idalina antiqua* i altres foraminífers (10-15 m).
- Gresos grollers ferruginosos.
- Calcàries arenoses amb *Lacazina* del Santonià; (14).

Com en altres llocs del Pirineu, el Coniacià (primer estatge dels dos que formen el Senonià inferior) no està caracteritzat paleontològicament, el que no vol pas dir que no hi hagi, poc o molt, sediments d'aquesta edat.

Cs2 - Senonià inferior

Per analitzar, encara que sigui molt breument, aquests terrenys, farem les distincions següents: 1, SW d'Alinyà, és a dir el vessant N de la serra de Turp on la successió no està trasbalsada per la tectònica; 2, flanc N del sinclinal de Perles, on apareixen en una franja reduïda per raons tectonosedimentàries i en gran part afectada per una falla encavalcant; 3, sinclinal d'Ainat (AI), o sia la prolongació oriental del sinclinal de Santa Fe d'Organyà.

1. SW d'Alinyà

Al vessant N de la serra de Turp el “hard ground” presenonià, suara assenyalat, és el preludi d'un canvi en la sedimentació relacionat amb l'exundació perifèrica del fons de la mar turoniana; mar que s'estima mancada d'influències continentals, tranquil·la i d'una fondària no pas superior a uns pocs centenars de metres, donada la presència massiva de la diminuta fauna planctònica. Per damunt d'aquesta superfície ferruginosa considerem que s'inicia el Senonià inferior (Coniacià - Santonià) caracteritzat per una sedimentació silicocalcària i calcariodetrítica, contraposada a la precedent sedimentació fonamentalment bioquímica.

Tal com ha quedat exposat en parlar del sostre del Cenomanià - Turonià (Cs1) al SW de Santa Pelaia (SP), els primers metres de calcàries gresoses i calcàries grises amb miliòlids tenen una edat incerta; no obstant això, ben aviat els gresos calcaris que s'hi superposen contenen les primeres *Lacazina* del Santonià.

Seguint l'antic camí de bast que des de Santa Pelaia (SP) per la Vall del Lluc (VA) mena a Canelles es tallen totes les capes senonianes del monoclinal de Turp. Les capes basals amb *Lacazina* són en general gresoses; venen després calcarenites amb *Vidalina hispanica* fins gairebé un coll; d'aquí el camí es decanta a ponent per baixar a la fondalada on la Vall del Lluc, que remunta de N a S, torça al SW cap al Coll de la Travessa (TR) encaixada en els materials margocalcaris que hi ha a continuació.

En els primers nivells de margocalcàries noduloses, a part d'una macrofauna diversa (braquiòpodes, algun fragment d'ammonit...), s'hi troben foraminífers característics: *Lacazina elongata*, *Orbitoides hottingeri* (15), *Meandropsina vidali*.

Al vessant solei de la capçalera de la Vall del Lluç (VA) o barranc de l'Óssa, prop del llit del torrent hi ha una intercalació centimètrica de marga dura arenosa amb glauconita rica en foraminífers (16) i briozous. Més amunt les calcàries argiloses tenen esponges, equinoïdeus, rudistes i altres lamelibranquis, braquiòpodes (entre els quals hi ha rinconèl·lids asimètrics)...

Per sobre ve el tram carbonàtic intermig de la serra de Turp, més resistent a l'erosió, destacant pel seu relleu, en el qual es considera que comença el Senonià superior (Cs3c).

2. Flanc N del sinclinal asimètric de Perles

El Senonià inferior (Cs2) apareix en una estreta franja que va de Canelles a El Portell (EP), limitada al N per una fractura una mica encavalcant deguda a la tectònica relativament recent.

A l'W de Canelles, el sinclinal, de flancs més fortament asimètrics encara que a Perles, té l'eix situat en mig dels materials continentals del Maastrichtià - Paleocè (Mc-E1-2) i el flanc N, absolutament aprimat per les successives discordances del final del Cretaci, a causa de l'aixecament del compartiment al N del paleoaccident de Coll de Nargó (discordances ben manifestes a Sallent de Coll de Nargó, Ullastre *et al*, 1987). Els materials d'aquest flanc s'apliquen en discordança erosiva sobre el Cenomanià - Turonià (Cs1) o bé sobre petits afloraments de calcarenites ferruginoses que considerem del Senonià inferior (Cs2).

A l'E immediat de Canelles es troben, a la franja esmentada, algunes filades de calcàries amb *Lacazina* i margocalcàries groguenques i grises amb *Micraster*. En aquest lloc el límit superior del terme Cs2 són calcàries noduloses que localment tenen un banc d'*Hippurites radiosus* del Senonià superior (Cs3c).

Al NW de Perles la franja de Cs2, en posició estratigràfica invertida, té margues amb braquiòpodes (presència de rinconèl·lids asimètrics) i margocalcàries grises amb *Micraster*, rarament *Conulus* i altres equinoïdeus.

A El Portell (EP), prop del contacte mecànic del C11s, es continua trobant *Lacazina* donant fe de la presència del Santonià (Cs2).

Al S del Pla de la Mula (ML), en una situació estructuralment complexa en relació al sinclinal de Perles, a continuació d'un breu testimoni de calcàries del Cenomanià - Turonià (Cs1) força laminat pels esforços mecànics, es troben calcàries amb miliòlids (a vegades amb *Lacazina*) i margocalcàries amb rinconèl·lids asimètrics, *Micraster*...; tot en sèrie invertida cabussant al NE.

3. Sinclinal d'Aïnat (AI)

En el flanc S (Forn), per damunt de les calcàries micrítiques amb "fissurines" del Turonià, es veuren calcarenites amb miliòlids i calcàries noduloses argiloses.

A Aïnat (AI) mateix, de N a S i de baix a dalt tenim:

- Mur: calcàries del Turonià, (Cs1).
- Calcarenites amb miliòlids.

- Calcàries noduloses argiloses.
- Margues amb abundants *Micraster* ocupant el fons del sinclinal.

Observi's, finalment, que el Senonià inferior (Cs2), pel que hem dit, canvia sensiblement de fàcies de S a N. En efecte, al S dominen les roques carbonàtiques amb alguns horitzons detrítics terrígens, mentre que al N (franja septentrional de Perles i sinclinal d'Aïnat) són les roques terrígenes les dominants. Totes, està clar, foren dipositades en un medi marí.

4. Límit Cs2 (Senonià inferior) - Cs3c (Senonià superior)

En una sèrie “comprehensiva” com ara la de Turp-Perles (cf “sèrie d'Aubeng-Valldarques”; Bilotte *et al.*, 1975) es fa difícil establir i traçar d'una manera precisa el límit –en aquest cas– entre Senonià inferior i superior, ja que les faunes característiques no es troben sempre i a tots els nivells.

No obstant això, la desaparició de les *Lacazina* i l'aparició del *Praesiderolites douvillei* (17) i dels *Orbitoides* amb llotges laterals desenvolupades (*O. tissoti*, s.s.) ha estat el criteri de distinció en sentit vertical. Aquesta renovació de fauna es produeix després d'un important paquet de calcàries argiloses, amb fauna poc característica o difícil de trobar, que hi ha aproximadament cap a la base del tram més carbonàtic intermedi de la serra de Turp; això pel que fa al flanc S del sinclinal de Perles.

En el flanc N, coincidint amb la desaparició dels *Micraster* i eventualment amb l'aparició de *Hippurites radiosus*, *Orbitoides tissoti* o dels “gresos d'Areny” hem traçat la línia convencional de separació entre ambdós senonians.

Cs1-2 - Lliscament gravitacional de Cretaci superior

Sota un símbol diferenciat hem representat en el plànol geològic un conjunt de paquets d'ordre decamètric a hectomètric de terrenys Cs1 i Cs2 situats al NE de Fígols (Les Casanoves, LC; Lligonàs, LI), que per la seva disposició desordenada feien de mal cartografiar d'altre manera.

També ens va semblar escaient no dibuixar-los com afloraments *in situ* (com van fer Guérin-Desjardins et Latreille, 1962, en el seu mapa) ja que el seu desordre no respon pas a alguna de les fases tectòniques que hagin pogut afectar la regió sinó a una “atracció al buit” dels paquets calcaris del Cretaci superior reposant sobre un substrat plàstic margós (C12n), deguda a l'aprofundiment de les barrancades perifèriques amb l'ajut de fenòmens de solifluxió.

Cs3 - Senonià superior (18)

Al contrari del que passa amb els terrenys del Senonià inferior, que només estan representats a la unitat a l'W de la falla de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA), el Senonià superior (Campanià - Maastrichtià) el trobem tant a un costat com a l'altre

d'aquesta fractura divisòria, encara que sota fàcies diferents, degudes a la posició paleogeogràfica que ocupaven ambdues grans unitats en el moment de la sedimentació. Tot seguit les tractarem per separat.

1. Unitat oriental o del Port del Comte

Del terme silicoclàstic Cs3a, base de la transgressió marina del Cretaci superior a les zones paleogeogràficament més internes, i de la seva probable diacronia ja n'hem dit alguna cosa en parlar del sostre de les bauxites. Així doncs, només hi afegirem que són sorres i graves de quars, sovint rubefactades, que excepcionalment (Els Castellons, CT) tenen llims arenosos amb fauna marina atribuïble al Santonià superior, però que en general són azoïques i comparables als "conglomerats d'Adraén" de la literatura geològica regional; que es troben ben representats a les Serres marginals, a la regió d'Alinyà, a l'extrem oriental de la zona del Pedraforca i a la sèrie del Cadí on hi ha la localitat tipus. D'aquests terrenys n'hem fet al·lusió repetides vegades en els nostres treballs i estan pendents, des de l'any 1990, d'un estudi acurat (Ullastre *et al.*, 1990, pp. 171 i 178; Ullastre y Masriera, 1996, pp. 219 i 248-249, fig. 2).

Els terrenys assenyalats amb el símbol Cs3b són tots calcàries marines. Tant els que trobem a les escates d'Alinyà, entre el Coll d'Ares (CA) al NW i Les Boïgues (LB) al SE, com els que formen part del nucli de l'anticlinal de la Roca de la Pena i la seva prolongació SW, tenen característiques similars.

S'hi ha distingit (Bilotte, 1978) un terme inferior de calcàries esculloses amb rudistes i un terme superior de calcàries detrítiques dipositades en un medi marí quelcom més profund i obert primer però que fou molt restringit al final.

Tot plegat constituïa una plataforma carbonàtica relacionada amb el màxim de la transgressió del Cretaci superior.

Bilotte (1978) ens assenjala en el terme inferior una associació de rudistes de les famílies dels *Hippurites* i dels *Radiolites* i un requiènid (*Apricardia sicoris*) trobats a Alinyà (Els Castellons, CT) (19), que considera del Maastrichtià; no obstant això, actualment, algunes formes citades es creu que van aparèixer al Campanià superior i per tant l'edat d'aquestes calcàries podria oscil·lar entre el final d'un estatge i el començament de l'altre.

En una mostra amb macroforaminífers recollida al flanc NW d'Els Castellons (CT), per damunt de les capes amb rudistes, hem pogut identificar-hi *Orbitoides tissentoti* i *Praesiderolites* que probablement correspon a l'espècie *dordoniensis*, espècies que si bé s'extingiren entre el Maastrichtià inferior i començaments del superior (20), hem d'admetre que tingueren el seu apogeu en el Campanià.

Astre (1932) va descriure un radiolites nou, trobat al Tossal de l'Àliga (TA) al NE de L'Alzina, amb el nom de *Radiolites alsinanus*. Aquesta espècie, però, creiem que no ha estat pas mai revisada, i ignorem per tant si és vàlida o no. Astre indica també haver-hi trobat *Apricardia toucasiana* (bivalve descrit per d'Orbigny l'any 1847 amb el nom de *Requienia toucasiana*).

El terme superior a les calcàries esculloses referides, a més de l'orbitòidid i el calcarínid assenyalats a les capes inferiors, conté nombrosa fauna bèntica (Caus *et al.*, 1988, pp. 111 i 113) (16), essent però els briozous els que li donen caràcter.

Generalment són calcàries detrítiques, a vegades amb glauconita. A les parts més altes de la successió carbonàtica apareixen micrites amb miliòlids propis d'un medi marí costaner que va precedir la sedimentació del Maastrichtià continental (Mc).

2. Unitat occidental o sud-pirinenca central p.p.

El Senonià inferior d'aquesta unitat el trobem constituint el sinclinal de Perles, si exceptuem la petita franja a l'W de Coll de Boix (BO) que representa el curt flanc SE de l'anticlinal de Turp.

Ja s'ha indicat la seva asimetria de flancs, la qual cosa fa que la successió més potent estigui en el flanc S. Malgrat això, l'erosió del riu de Perles, seguint els plans d'estratificació, que cabussen al N, ha desmantellat els nivells més alts d'aquest flanc, com ara les "margues de Perles" que només es poden veure en el fons del sinclinal i en el seu flanc N; i també els "gresos d'Areny", últim terme de la sèrie que ha estat preservat al NE de Perles. Tot plegat en virtut d'estar les capes del flanc septentrional invertides i encavalcades per les calcàries C1s, la qual cosa ha dificultat l'erosió i la total desaparició.

Referint-nos al flanc S del sinclinal de Perles (vessant N de la serra de Turp) direm altra vegada que en el paquet carbonàtic intermedi hi ha aproximadament l'inici del Campanià, primer estatge del Senonià superior (Cs3c). En efecte, al NNW del Collet del Bas (CB) i també en el lit del torrent de Coll de Boix (TO) les primeres calcàries assenyalades amb el símbol Cs3c contenen *Praesiderolites douvillei* (17) força abundants i eventualment *Orbitoides* cf. *tissoti*, foraminífers propis del Campanià.

En el fons del sinclinal, les "margues de Perles", terme litològic superior molt tectonitzat, a penes tenen fauna i encara mal conservada. Això no obstant, en el flanc N, aprimat per les discordances intrasenonians ja esmentades, s'hi troba alguna intercalació carbonàtica amb fòssils característics:

A l'E de Canelles hi ha un banc d'*Hippurites radiosus* del Campanià superior (21); també hi hem trobat una calcarenita amb *Orbitoides tissoti*.

A l'ESE d'El Portell (EP) hi ha una intercalació calcària farcida de *Lepidorbitoides socialis* amb un índex d'aplanament molt elevat (22) acompanyats de calcarínids (*Siderolites*) i rarament *O. tissoti*. Si aquesta associació fos una vertadera tafocenosi hauríem de creure que és d'edat Maastrichtià inferior; per contra, si els rars *O. tissoti* han estat resedimentats l'edat dels *L. socialis* podria ser més alta.

Al NE de Sant Ponç (PO), altra volta en el flanc S del sinclinal de Perles, les margocalcàries del Cs3c contenen *Sirtina* cf. *orbitoidiformis* (23) i escassos *Lepidorbitoides*.

Els "gresos d'Areny", que es conserven només a l'W, tocant el Segre (Ullastre *et al.*, 1987, p. 6, fig. 2), i també al NE de Perles, ocupant l'eix del sinclinal de flanc NW invertit, són l'últim terme marí del Cretaci.

Mc - E1-2 - Maastrichtià i Paleocè continentals

Suara hem parlat de les darreres capes marines del Senonià, estimant-les del Maastrichtià inferior. Després ens ocuparem de l'Eocè inferior marí també ben datat. Doncs bé, entre ambdós terrenys marins hi trobem un seguit de formacions continentals,

cronològicament i petrogràfica distintes i força ben estudiades, que alguns encara designen amb l'obsolet nom de "garumnià" (a vegades amb majúscula com si no s'haguessin deslliurat del tot de l'encara més obsolet sentit d'estatge estratigràfic proposat per Leymerie l'any 1862).

A França, aquesta expressió fou ben aviat abandonada, on avui ningú no en fa ús, i també a Catalunya quan els terrenys als quals es referia eren tractats per autors francesos (verbigràcia: Carez, 1881; Dalloni, 1930); això tenint en compte que era un "estatge" francès i algun "xovinista" podia haver estat interessat a conservar-lo.

A Catalunya, en canvi, la més fresca literatura geològica continua conservant-lo (amb "devoció" fins i tot), malgrat les nombroses investigacions que fan injustificable emprar-lo, i més encara quan hom pot constatar l'avenç que els francesos han fet en el coneixement d'aquests terrenys nord-pirinenecs d'ençà l'època de Leymerie, i les mínimes diferències que hi ha amb els equivalents meridionals o sia els del nostre Pirineu. Podríem dir que és una qüestió de repataneria per no dir d'ignorància.

Ens ha semblat convenient aquest prolegomen aclaratori donat el cas que estem en una regió on els terrenys continentals del Maastrichtià i del Paleocè estan ben representats i presenten gairebé totes les fàcies que li són comunes. Dit això, passarem doncs a analitzar-los sintèticament, (24). Abans, però, quatre mots sobre les circumstàncies paleogeogràfiques.

A les acaballes del Cretaci la mar es retirà cap a l'W i en els solcs estructurals que aleshores s'estaven formant, entre la unitat de Bóixols - Coll de Nargó - Pedraforca al N i la depressió de l'Ebre al S, s'instaurà un règim sedimentari d'antuvi lacunar (en especial al sector septentrional on la mar trigà més a retirar-se) que progressivament passà a ser netament continental en tot l'àmbit sud-pirinec català.

El domini de la sedimentació carbonàtica lacustre i terrígena argilosa i sorrenca s'estengué a les planes més o menys pantanoses dels solcs estructurals; no obstant això, a les marges actives d'aquests solcs s'hi dipositaren franges de còdols i cairells procedents dels relleus emergents.

Tant les fàcies continentals de planes com les dels vessants que s'erosionaven es troben presents a la regió d'Alinyà. Hem d'advertir, però, que la posició relativa entre unes i altres no és pas l'original. La tectònica del Terciari superior l'ha trasbalsada. A l'E s'hi veuen les primeres; a l'W de Canelles les de còdols i cairells.

1. El Maastrichtià continental (Mc) a la unitat oriental

La gran fractura en direcció de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA), prolongació NE dels accidents del Segre, és la responsable de que la unitat oriental o del Port del Comte es trobi juxtaposada a l'extrem E de la unitat sud-pirinenca central. Malgrat això hem de dir que les fàcies continentals maastrichtianes a l'E d'aquesta falla són idèntiques a les que es troben al S de les serres del Montsec - Aubenç - Turp.

La successió de terrenys que s'observa de baix a dalt a les escates d'Alinyà - Port del Comte és la següent:

- Mur: calcàries lacunars del Senonià superior, (Cs3b).
- Calcàries lacustres amb restes de gastròpodes i caròfits; sovint lleugerament fètides. Poden arribar a tenir 10-20 m o més de potència.

- 1-2 m de calcàries quelcom noduloses amb llits de margues grises. És un horitzó ric en caròfits ("capes amb *Septorella*"). Hom pot identificar-hi dues associacions de baix a dalt:
 - 1º *Septorella brachycera*
Peckichara cancellata
Platychara caudata
 - 2º *Septorella ultima*
Peckichara sertulata
 en qualsevol cas pot trobar-s'hi a més
Sphaerochara sp. cf. *senonensis*
Maedleriella sp. A
 i també pot haver-hi filades intermèdies amb barreja d'ambdues associacions.
- Llims argilosos rojos.
- Gresos amb ciment calcari a vegades amb oncòlits (horitzó 1 de minerals pesants amb *granat* - *distena* - *estauroлита*). Per l'ocasional presència de fragments d'ossos de dinosaure es considera el darrer terreny del Cretaci. Són els "gresos amb rèptils" que amb tanta regularitat es troben en la major part de les unitats sud-pirinenques des del Noguera Ribagorçana al Llobregat. La potència és de menys de cinc metres a la zona cartografiada.
- Llims arenosos rojos; eventualment amb una filada d'ordre decimètric de gresos poc consolidats (horitzó 2 de minerals pesants amb *turmalina-granat-andalusita*).
- Sostre: "calcària de Vallcebre" del Danomontià, (E1).

2. El Paleocè basal (E1)

Abans de tota altra cosa, hem de dir que els terrenys paleocens orientals tenen també una gran analogia amb els que es troben al S de les serres del Montsec - Aubenç - Turp.

Els primers materials paleocens estan representats en la "calcària de Vallcebre", la qual, junt als "gresos amb rèptils" i a les "capes amb *Septorella*" que jueuen per sota, és un dels nivells guia més fidels dels terrenys continentals del Maastrichtià - Paleocè sud-pirinec entre el Ribagorçana i el Llobregat.

Es tracta d'una barra de calcàries lacustres i palustres amb una potència màxima de 20-30 m. A vegades amb nòduls de sílex. Extremadament pobre en vestigis de fòssils. No obstant això, a la base pot haver-hi alguna filada de margues grisenques que, en certs indrets sud-pirinecs ens ha donat abundants caròfits del Paleocè més baix (Danomontià).

El pla superior d'aquesta barra acostuma a estar ple de figures de corrosió probablement pedogenètiques.

3. El Danomontià - Thanetià (E1-2)

A l'E de la falla de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA), a continuació de les calcàries E1, es troba una sèrie continental en bona mesura detrítica fina, que s'enriqueix en bancs carbonàtics quan ens acostem a l'Eocè inferior marí, i que té les mateixes analogies que acabem de referir.

La seva edat l'hem establert, essencialment, per comparació amb les sèries idèntiques que hi ha a l'W i a l'E (sud del Montsec i zona de Pedraforca respectivament) on hem pogut estudiar-hi una abundosa flora de caròfits distribuïda en diferents nivells, que van del Danomontia al Thanetia superior, entre els quals s'hi intercala el del famós gastròpode *Vidaliella gerundensis*; (Ullastre y Masriera, 1998).

La successió més completa i vistosa és la del nucli de l'anticlinal de la Roca de la Pena. De baix a dalt hom hi observa:

- Mur: "calcària de Vallcebre" (E1).
- Alternança de margues, limolites i bancs calcaris, de tons rogencs i ocres. Especialment ric en *Microcodium* (agregats carbonàtics, esferulítics radiats, microscòpics, de suposat origen orgànic; *incertae sedis*).
- Horitzó de limolites rosades i groguenques (sense *Microcodium*) amb *Vidaliella gerundensis*.
- Banc calcari seguit de limolites amb *Microcodium* cada cop menys abundant.
- Calcàries amb gastròpodes lacustres.
- Tram de terreny atalussat cobert de pedruscall.
- Calcàries micrítiques lacustres fèrides, amb *Microcodium* dispers a la base.
- Sostre: calcàries lacunars amb miliòlids, seguides de calcàries amb *Alveolina* de l'Ilerdià (E3a).

Al SSE del Cap de la Mua (MU) hi ha un aflorament que, malgrat que no s'hi veuen els termes inferiors del E1-2 per raons tectòniques, és interessant per analitzar el pas del continental al marí. En efecte, anant del N cap al S s'observa:

- Mur: Maastrichtia continental (Mc) en posició invertida, cabussant al N.
- Falla inversa.
- Margues ocres i grisenques del Paleocè (E1-2) invertides o subverticals.
- Guixos intercalats.
- Margues argiloses grises cabussant al S amb caròfits: *Maedleriella* sp. cf. *lehmani*, *Microchara* sp.; població comparable a la trobada per nosaltres a l'extrem W de l'anticlinal de Campllong (Berga).
- Capa amb oncòlits.
- Margocalcàries grises amb *Ostrea*.
- Margues ocres i grisenques amb pseudocarnioles.
- Terreny cobert per la vegetació.
- Calcàries amb *Alveolina dolioliformis*, *A. (Glomalveolina) lepidula*, *Orbitolites biplanus* de l'Ilerdià inferior (base de la unitat E3a).
- Més amunt es troba, a més, *A. globula*, *A. avellana* (25).

Finalment, direm que en el camí del Coll de Fumers (CF) a Les Boïgues (LB) en arribar a dalt el Serrat del Pla de l'Anca (PA) es troba, discordant sobre el Senonià superior marí (Cs3b), una bretxa calcària amb ciment argilós roig, pisòlits ferruginosos, a vegades *Microcodium* i, excepcionalment, oncòlits calcaris; els elements són calcàries del Senonià. L'hem considerat, amb certa reserva, del Paleocè (E1-2).

4. El Maastrichtia - Paleocè continentals (Mc -E1-2) a la unitat occidental

Les fàcies del Maastrichtia - Paleocè de la Conca de Tremp i de Coll de Nargó, primer lacunars amb lignits, després lacustres i terrígenes continentals, tenen llur

continuació oriental en l'estreta franja de terrenys sincrònics que hi ha al vessant N de la vall del riu de Perles entre el Segre i el llogaret de Canelles; indicada en el nostre plànol amb el signe Mc - E1-2.

Estan disposats en un estretíssim sinclinal de flancs asimètrics: el meridional, força complet, mostra la transició del Senonià superior marí (Cs3c) al Maastrichtià continental; en el flanc N es produeix un bisell estratigràfic, essent les bretxes superiors (probablement paleocenes) les que es presenten discordants damunt les calcàries del Cenomanià superior - Turonià (Cs1) o eventualment del Senonià inferior (Cs2) verticalitzades.

En certs indrets de la meitat occidental d'aquesta franja, es pot observar la successió estratigràfica sense estar afectada substancialment per la tectònica. En efecte, a uns 400 m a l'E del Segre hom veu de baix a dalt:

- "Margues de Perles" de color gris (Cs3c), a un costat i a l'altre del llit del riu de Perles.
- Marga dura, arenosa, micàcia; a vegades amb ostreïds prop del contacte amb els gresos superiors.
- 10-15 m de "gresos d'Areny"; últim terme del Senonià superior marí Cs3c
- 6-8 m de margues arenoses i gresos amb filades carbonoses. Tenen ostreïds a la base; a la resta abunden els caròfits, ostracodes, gastròpodes... Hem estudiat els caròfits de dues mostres, una prop del mur i una altra prop del sostre. La mostra inferior ha donat:
Peckichara cancellata
Porochara malladae
Platychara turbinata
Platychara caudata
- La mostra superior ha donat:
Peckichara sp. cf. *cancellata* (forma nana)
Microchara punctata (26)
- 15-20 m de margues grises i ocres més o menys carbonoses; tenen filades amb ostracodes i *Porochara malladae*.
- 15-20 m de limolites rogenques.
- 40-50 m de limolites ocres, grises i rogenques.
- 3-4 m de calcàries lacustres.
- Llims arenosos i bretxes calcàries rojos; la matriu conté, eventualment, pisòlits ferruginosos i *Microcodium*. Són els materials més alts del terme Mc-E1-2.

Els caròfits esmentats indiquen la presència del Maastrichtià continental. L'existència del Paleocè és hipotètica.

E3-5 (marí) - Ecl-Cg1 (continental) - Eocè inferior-mitjà

Els terrenys eocens els trobem o bé pinçats al llarg de la fractura de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA) o a les unitats a l'E d'aquesta fractura (escates d'Alinyà - massís del Port del Comte) que, com manta vegades s'ha dit, aleshores ocupaven una posició molt diferent a l'actual.

Imaginant-nos les susdites unitats situades al SE de la unitat sud-pirinenca central - zona del Pedraforca podem avançar una visió sintètica del que fou l'evolució tectono-sedimentària en aquesta època.

Després de l'etapa paleocena de règim continental la transgressió marina esvaí els solcs estructuals que es formaven vers la fi del Cretaci i les albors del Paleocè, donant lloc a la sedimentació carbonàtica ilerdiana. A les acaballes de l'Ilerdià s'instaurà una sedimentació fluviomarina seguida d'una transgressió efímera. Un bombament tectònic ilerdocusià determinà l'establiment d'una conca d'avantpaís al SE, produint-se sedimentació continental per un costat i marina per l'altre.

Tot seguit l'anàlisi dels terrenys ens donarà una bona part de les proves en què es sosté aquesta brevíssima síntesi introductòria, complementades amb els coneixements provinents de les regions limítrofes a l'estudiada.

1. E3a - Ilerdià inferior - base del superior

Representa la unitat estratigràfica més baixa de la sèrie eocena. Aflora extensament, però, gairebé l'únic lloc on es pot veure completa, és a la Roca de la Pena. En els altres llocs, o la base està coberta pels enderrocs, com és el cas del vessant NW d'Els Escots (EE) o del Tossal de Cambrils (TC); o només afloren les capes superiors, com al llarg de l'anticlinal de Prat Major (PM) - Tossa Pelada (TP).

La successió carbonàtica E3a, d'uns 250 m de potència mínima, és complexa pel que fa als detalls sedimentològics (Betzler, 1989 a, b), amb petits episodis de transgressió-regressió que es manifesten a través de la granulometria, les faunes o la presència de glauconita.

Les primeres capes amb *Alveolina* són de l'Ilerdià inferior (biozona d'*A. cucumiformis* = SBZ 5 de Serra-Kiel *et al.*, 1998); les darreres de la biozona d'*A. corbarica* = SBZ 8 de l'Ilerdià mitjà. Al sostre hi ha alguns metres de calcàries una mica argiloses, en petits bancs, d'edat dubtosa, coronades per una crosta ferruginosa ("hard ground") sovint ben manifesta.

D'aquesta successió cal destacar un fet: la major part (uns 200 m o més) pertany a l'Ilerdià inferior 1 i 2 (biozones d'*A. cucumiformis* = SBZ 5 i *A. ellipsoidalis* = SBZ 6). Per damunt hem pogut identificar-hi uns pocs metres d'Ilerdià mitjà 2 (biozona d'*A. corbarica* = SBZ 8). No podem pas assegurar que manqui del tot l'Ilerdià mitjà 1 (biozona d'*A. moussoulensis* = SBZ 7). De qualsevol manera, l'enorme diferència de potència entre un Ilerdià i l'altre fa pensar, d'acord amb Betzler (1989 a, p. 81), en la intervenció de certs moviments tectònics sinsedimentaris que contrarestaren l'acusada subsidència de l'inici de l'Eocè inferior; impressió que veurem confirmada més endavant en estudiar els terrenys del Cuisià, (27).

2. E3b - Ilerdià superior fluviomari

Es tracta d'un episodi sedimentari relacionat amb una relativa retirada de la mar o emersió d'origen incert, que no sols afectà el massís del Port del Comte sinó també la vora E de les Serres marginals (Ullastre i Masriera, 2000), la vora S de la zona del Pedraforca, la sèrie del Cadí i més a l'E encara, (Ullastre *et al.*, 1990, p. 183 i 185).

A la regió que estudiem està constituït per margues arenoses amb intercalació de gresos vermells o grisos, que havien estat aprofitades pels cultius agrícoles i que avui

dia acostumen a coincidir amb una franja de pastures. Així doncs, la vegetació sol dificultar l'examen precís de la successió; es veu, però, gairebé sempre el mur i el sostre que sembla pertànyer encara a l'Ilerdià terminal.

Malgrat aquesta dificultat la identificació és clara i en diferents indrets pot estudiar-se amb un cert detall. Vegem dos exemples:

Prop de la font d'Els Assents (EA) es veu de baix a dalt:

- Mur: calcàries ocre en bancs centimètrics (E3a).
- 1m de calcària gresosa amb alveolines.
- 1-2 m de margues ocre.
- 1 m de gresos rojos.
- 10-15 m de margues ocre i grises.
- 1-2 m de margues i gresos rojos.
- Tram cobert per la vegetació.
- Sostre: contacte per falla amb les calcàries E3c-4.

Al SE de la Serreta (ST) de baix a dalt s'observa:

- Mur: calcàries E3a amb *Alveolina ilerdensis*, *A. (Glomalveolina) lepidula*, *Orbitolites*... de l'Ilerdià mitjà-superior.
- Margues ocre.
- Calcària ocre amb miliòlids i alveolines.
- Margues arenoses grisenques amb ostreïds.
- Gresos grisos.
- Margues arenoses grisenques amb ostreïds.
- Sostre: calcàries E3c-4 amb alveolines (Ilerdià terminal - Cuisià).

3. E3c-4 - Ilerdià terminal - Cuisià mitjà

Amb aquest símbol hem designat els terrenys carbonàtics de l'Ilerdià terminal - Cuisià mitjà que venen a continuació de les dues unitats estratigràfiques abans descrites. Tenen una extensió similar; no obstant això, mentre la unitat E3a aflora en els eixos dels anticlinals, aquesta, que és estratigràficament més alta, ocupa els sinclinals com a conseqüència d'un principi d'inversió de relleu per erosió.

Hem dit que el símbol E3c-4 agrupa sediments d'un espai considerable de temps i que pertanyen a dos estatges diferents; això no vol pas dir, però, que a tot arreu hi estiguin tots representats. En efecte, en certs indrets l'erosió pot haver fet desaparèixer una part dels sediments; en altres ésser difícil saber-ne l'edat exacta per falta de faunes característiques o pot haver-hi hagut llacunes sedimentàries. En alguns llocs, però, aquest terme es mostra força complet.

Un punt interessant per l'estudi d'aquest terme el tenim en els flancs del sinclinal de Vall-llonga (VL), en el lloc on hi ha els cortals.

Per fer un tall NW-SE seguirem primer el curs de la rasa de Vall-llonga quan torça vers el NW i podrem així observar la successió d'aquest flanc; després, seguint la rasa de la Cabaneta, que desemboca davant els cortals de Vall-llonga (VL), podem analitzar la successió del flanc SE.

En el lloc esmentat, el flanc NW mostra de baix a dalt:

- Mur: terme silicoclàstic E3b, força cobert pels esbaldregalls.

- Cingle de calcàries inaccessible a peu seguint la rasa.
- Calcarenites amb miliòlids.
- Calcàries amb alveolines (cf. *Alveolina schwageri*, *A. rugosa* del Cuisià inferior.
- Calcàries amb miliòlids.
- Sostre: calcàries lacustres (Ecl).

En el flanc SE, seguint l'esmentada rasa, de baix a dalt s'hi veu:

- Mur: terme silicoclàstic E3b.
- 2-3 m de calcàries amb alveolines i grava de quars a la base.
- Calcàries amb alveolines, probablement del Cuisià inferior. A continuació venen algunes desenes de metres sense o amb poques alveolines.
- 0,5 m de calcàries amb miliòlids i nòduls de sílex.
- Algunes desenes de metres de calcàries amb miliòlids.
- Calcàries amb alveolines i grava de quars a la base; lleugerament gresoses cap a dalt.
- Calcàries amb alveolines que destaquen per l'excursional abundància de formes microesfèriques de fins a 2 cm o més de llargada, mentre que les formes megalosfèriques són molt petites però amb una voluminosa megalosfera. Segons L. Hottinger, que ha tingut l'amabilitat d'examinar aquest material, són formes que pertanyen al grup d'*Alveolina levantina* Hottinger, 1960, sense poder-ne precisar la generació si no és fent-ne un estudi acurat, (28).
- Banc (2 m) d'*Assilina* (cf. *A. laxispira*) i petits *Nummulites* lenticulars - bombats amb forta granulació central (cf. *N. burdigalensis cantabricus*), (29).
- Calcàries amb petites alveolines fusiformes.
- Calcàries amb miliòlids i *Orbitolites*.
- Sostre: calcàries lacustres (Ecl).

Les faunes reconegudes en les calcàries superiors d'aquest flanc SE indiquen certament la presència d'un Cuisià mitjà (SBZ 11).

Comparant els dos flancs sembla que la sèrie cuisiana està desigualment representada: al NW amb el Cuisià inferior mentre que al SE amb el Cuisià inferior i mitjà. Aquest fet vindria a ser, doncs, una primera corroboració del que hem dit abans en parlar de l'Ilerdià E3a sobre la tectònica sinsedimentària.

4. E4 - Cuisià mitjà - superior

En el flanc SE de l'anticlinal de Prat Major (PM) - Tossa Pelada (TP) hi ha una representació de terrenys marins cuisians que, creiem, no es troba a l'altre flanc. En efecte, en el vessant oriental de La Gespeguera (GE, 2331 m) les calcàries eocenes E4, cabussant al SE, presenten les fàcies següents:

- Mur: calcàries de la part més alta del terme E3c-4 amb petites alveolines fusiformes i equinoïdeus.
- Bancs calcaris farcits d'assilines i petits nummulits.
- Calcàries amb *Assilina laxispira-maior* i *Nummulites* (a vegades silicificats), (30).
- Sostre: falla que posa en contacte els materials nummulítics E4 amb calcàries estratigràficament més baixes (E3a; E3c-4).

Les esmentades assilines del terme E4 indiquen una edat Cuisià mitjà-superior. Abans hem dit que en el flanc NW (fons del sinclinal de Vall-llonga, VL) per damunt del Cuisià inferior-mitjà marí (E3c-4) hi ha calcàries lacustres (Ecl). Aquest dispositiu

ens fa creure que mentre pel costat SE es produïa sedimentació marina per l'altre (NW) la sedimentació era lacunar i lacustre.

Heus aquí, doncs, al nostre entendre, una segona corroboració de l'apuntada intervenció en aquests fets de la tectònica sinsedimentària intracuisiana.

5. E4-5 - Cuisià superior - ?Lutecià inferior

Com a resultat d'una tectònica capriciosa trobem uns petits afloraments d'Eocè (E4-5) pinçats al llarg de la fractura de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA). El més meridional al NW d'Els Castellons (CT); un altre a Alinyà mateix; un de petitíssim al N de l'Alzina; i un darrer quasi tocant al Coll d'Ares (CA).

L'aflorament del NW d'Els Castellons (CT) es troba gairebé al capdavall del barranc que baixa del Collet del Bas (CB) en direcció NE, poc abans de confluïr amb el riu d'Alinyà - Perles. Entre la part baixa del vessant esquerra i el llit del torrent s'hi veu el següent:

- Calcàries amb *Lacazina* del Senonià inferior (Cs2).
- Falla subvertical amb vestigis de margues roges i calcàries dolomítiques del Trias superior.
- Conglomerats i gresos; eventualment amb nummulits (*Nummulites* gr. *partschi*, *N. manfredi*, *N. praelaevigatus*) ⁽³¹⁾ i *Assilina maior* del Cuisià superior.
- Margues i filades milimètriques a centimètriques de gresos groguencs amb miliòlids.
- Margues gris-blavoses amb restes de vegetals.

Els materials eocens (E4-5) cabussen vers al NW i probablement estan invertits de tal manera que, estratigràficament, primer foren els conglomerats i després les margues.

L'aflorament d'Alinyà té el Keuper margós i guixenc a cada costat. Pel SW una falla obliqua a la seva direcció general posa en contacte l'Eocè (E4-5) amb les calcàries del Senonià inferior (Cs2). Consisteix en un important paquet de margues beix o gris-blavoses amb alguna capa centimètrica de calcària i petites filades de gresos amb hieroglifs de base. S'hi troben miliòlids i restes de vegetals; cal destacar la presència de *Fabularia*, *Spirolina*...

Els restants afloraments són una estretíssima llenca de margues i alguna fina capa de gresos amb miliòlids, presonera entre fractures NE-SW (cf. Coll d'Ares, CA).

Des del punt de vista paleogeogràfic aquests materials eocens podrien haver estat relacionats amb les capes més baixes de l'Eocè de Sant Llorenç de Morunys (vall del Cardener entre Sant Llorenç i La Coma, Solé-Sugrañes, 1972, p. 2) i els conglomerats de Queralt - margues superiors (Solé-Sugrañes y Clavell, 1973, p.2; Ullastre y Masriera, 1998, p. 106, fig. 4).

6. Ecl - Calcàries lacustres

En el fons del sinclinal de Vall-llonga (VL), en paraconformitat amb les calcàries marines del Cuisià (E3c-4), s'hi troba aquesta formació.

Com ja s'ha dit, pel costat NW reposa sobre les calcàries del Cuisià inferior; pel costat SE ho fa sobre un Cuisià mitjà també calcari.

El millor aflorament el tenim en el flanc NW. Allí s'observa de baix a dalt:

- Mur: calcària amb miliòlids (E3c-4).
- 2-3 m de calcàries lacustres en bancs decimètrics, afectats per plecs disharmònics d'ordre mètric. Contenen ostracodes; a l'extrem NE hi hem trobat, a més, caròfits (tiges i girogonits malauradament encastats) i seccions de gastròpodes.
- 1-2 m de calitx carbonàtic amb horitzons argilosos.
- Sostre: conglomerats del terme Cg1.

Malgrat la manca d'arguments paleontològics concloents hom s'inclina a creure que aquestes calcàries són del Cuisià.

7. Cg1 - Detrític continental

És una formació de llims arenosos rojos i conglomerats que trobem a cada costat de l'anticlinal de la Roca de la Pena, amb un cabussament pròxim al del substrat carbonàtic ilerdocuisià; això significa que la seva deposició fou anterior al plegament i per tant molt més antiga que la dels conglomerats Cg2 netament discordants.

En el flanc S de l'anticlinal, és a dir a la Vall-llonga (VL), es veu aquesta formació plegada en sinclinal. De baix a dalt hi veiem la successió següent:

- Mur: calitx carbonàtic amb horitzons argilosos del terme Ecl.
- Conglomerat de calcàries eocenes incloses en una matriu d'argiles i llims arenosos ocres amb horitzons pedogenètics que contenen "nines" calcàries.
- Argiles i llims arenosos rojos amb restes de gastròpodes.
- Alternança de llims arenosos rojos i conglomerats bretxoides.
- Progressiu augment dels conglomerats.
- Sostre: conglomerats discordants Cg2.

En el flanc N, al SSW de Les Boïgues (LB), hom pot veure amb precisió el contacte entre els termes E3c-4 i Cg1. De baix a dalt s'observa:

- Mur: calcàries amb miliòlids (E3c-4).
- Alguns centímetres de calcària marró clar on hem trobat *Microcodium*.
- Superfície ferruginitzada amb petites fissures reblertes de sediments detrítics fins.
- Argiles i llims arenosos rojos que progressivament passen a les bretxes i conglomerats superiors.
- Sostre: falla que posa en contacte la unitat del Port del Comte amb les escates d'Alinyà.

Cal remarcar l'absència de les calcàries lacustres Ecl en aquest flanc N.

És plausible creure que aquesta formació sigui de l'Eocè mitjà. Si fos així, el conjunt Ecl-Cg 1 seria un Cuisià - Lutecià continentals comparable al que es troba en el sinclinal de Tragó de Noguera a les Serres marginals (Ullastre y Masriera, 1999; 2000, p. 162, fig. 4).

Cg 2 - Eocè superior - Oligocè

Conglomerats discordants fossilitzant les estructures generades durant les fases majors de la tectònica sud-pirinenca

a) Dipositats damunt la unitat del Port del Comte, a l'E de la falla de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA); compostos de calcàries mesozoiques i cenozoiques.

b) Dipositats damunt la unitat sud-pirinenca central a l'W de l'esmentada fractura; a més de les calcàries mesozoiques, que dominen a les capes baixes, tenen còdols de Paleozoic.

Q - Quaternari

Són considerats així tots els terrenys (al·luvials, col·luvials i eluvials) geològicament més moderns.

S'hi agrupen els escassos terrenys d'al·luvió (de la llera del riu de Perles, del Segre); els enderroc de gravetat i els estratificats ("grèzes litées"), els peus de vessant coberts de pedruscall, a voltes fixat per un sòl i vegetació, formant clapers sovint destinats al conreu; també els sediments acumulats al fons de petites depressions càrstiques localitzades a les calcàries del Cretaci inferior a l'E de Bertró (BE) i a les calcàries de l'Eocè inferior de la unitat del Port del Comte (Prat Major, PM; L'Estany, ES; voltants de la Tossa Pelada, TP i Pedró dels Quatre Batlles).

TECTÒNICA

GRANS UNITATS SEDIMENTÀRIES I ESTRUCTURALS

La important falla en direcció senestre de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA) (Fig. 2), continuació NE dels accidents del Segre (Fig. 1), posa en contacte dos compartiments molt dissemblants per la seva constitució estratigràfica i per tant també per llur origen paleogeogràfic.

En efecte, a l'E les escates d'Alinyà i la unitat del Port del Comte, amb una sèrie postjuràssica reduïda als dipòsits de bauxita, un Cretaci superior poc potent i un Eocè molt ben representat, com ja s'ha dit, són elements a relacionar amb el marge sud-pirinec català (Serres marginals - unitat del Port del Comte - vora S i E de la zona del Pedraforca - sèrie del Cadí).

A l'W, en canvi, tenim una porció de la part més septentrional de la unitat sud-pirinenca central dividida en dues subunitats articulades per la franja d'inestabilitat tectonosedimentària maastrichtiana - paleocena de Canelles.

A la subunitat de Sant Pere-Montan, al N, la sèrie postjuràssica comprèn un Cretaci inferior de gran potència, però que es redueix considerablement vers el S sense saber exactament fins a quin punt desapareix sota la subunitat meridional (32); i un Cretaci superior que va del Cenomanià al Santonià, sense poder precisar quan va deturar-se la sedimentació cretàcia, malgrat saber per observacions fetes més a l'W (Ullastre *et al.*, 1987) que com a mínim el Cretaci terminal marí no va arribar a dipositar-s'hi; tampoc sabem si l'Eocè marí va deixar algun sediment en aquest sector.

La subunitat de Turp-Perles té al S, per damunt del Juràssic, un Cretaci inferior terminal de fàcies continental; el Cretaci superior comprèn els termes assenyalats a la

subunitat septentrional més un Senonià superior marí molt potent que fineix amb els terrenys del límit Cretaci-Terciari de Canelles, en els quals queden palesos dos fenòmens: la regressió marina finicretàcia (fàcies lacunars i continentals) i la inestabilitat tectònica (discordança sobre la subunitat N amb deposició de bretxes).

ANÀLISI ESTRUCTURAL

Unitat sud-pirinenca central *p.p.*

1. Subunitat de Sant Pere-Montan

Està dividida en dos sectors per la falla de Font de Codonyes (FC) - Forn de direcció WSW-ENE primer i NE després, de pla subvertical o lleugerament encavalcant al N (talls II i III).

El sector NNW correspon a la part alta de la sèrie del Cretaci inferior del congost d'Organyà. Hi trobem també una extensa representació del Cretaci superior formant el sinclinal d'Aïnat (AI), equivalent a la continuació oriental del de Santa Fe d'Organyà. Cal fer notar la falta de coincidència de l'eix del sinclinal a un costat i a l'altre del Segre, amb un decalatge d'1 km vers el N de la porció oriental de l'eix (Aïnat, AI).

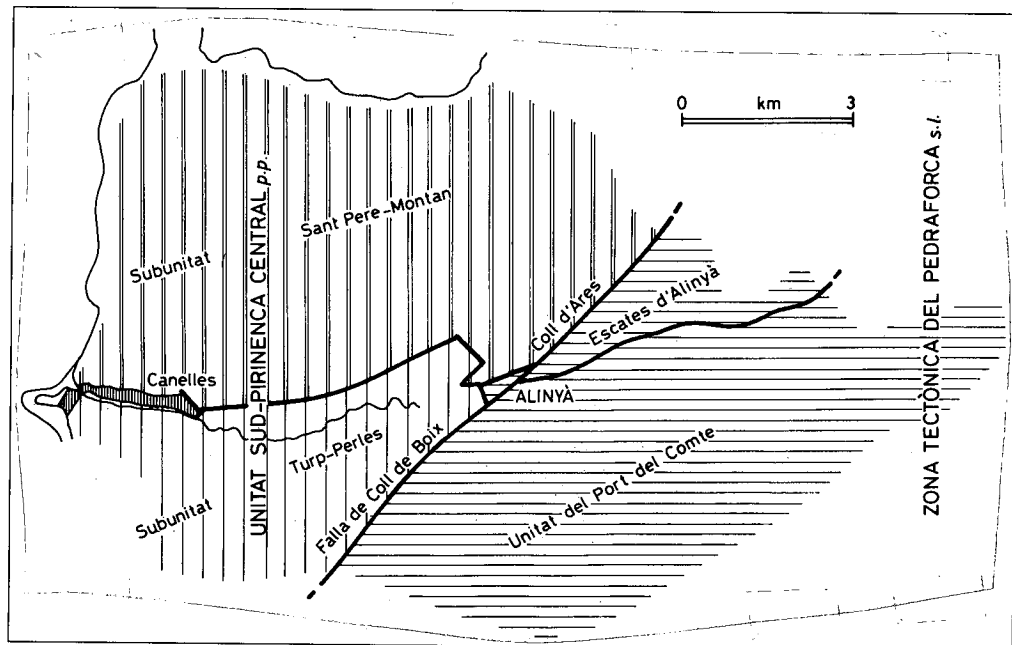


Fig. 2. Grans unitats sedimentàries i estructurals de l'àrea estudiada. Explicació en el text.

Fig. 2. Main sedimentary and structural units of the studied area. Explanation in text.

Això ha estat possible gràcies a la falla NNE-SSW del Pont d'Espia (al S de Fígols) per un costat i a un desenganxament a nivell de les margues aptianes (Ci2n) de Volòriu, que ha conduït a fer desaparèixer aquestes margues a l'E d'"El Rètol" (ER) i a que el Cretaci superior (Cs1) encavalqués el Cretaci inferior calcari (Ci1n), (tall III).

El sector al S i al SE de la falla de Font de Codonyes (FC) - Forn presenta una estructura complexa, car en una bona part d'aquest sector és on es produeix un cert canvi lateral de fàcies entre el Cretaci inferior margós o margocalcari (Ci2) i el Cretaci inferior calcari de fàcies "urgoniana" (Ci1). De la part occidental i meridional d'aquest sector podem destacar diferents elements estructurals, limitats al NE per la falla de La Masieta (LM) - Coll de la Massana (CM), aquests són:

a) un compartiment al S de la Font de Codonyes (FC) separat del de Roca de Narieda (RN) pel que en realitat és un feix de petites falles amb un salt acumulat gens evident (33).

b) el compartiment de Roca de Narieda (RN) - Tossal de Balinyó (TB), que forma a l'W una mena d'anticlinal amb dues culminacions, amb el flanc S cabussant normalment i el flanc N truncat per un fort escarpament; cap a l'E aquesta estructura es resol en el que té l'aparença d'un sinclinal invertit (talls I i II):

c) el sinclinal de Sant Pere, que cap a l'W desapareix a partir de Canelles per esdevenir una successió normal i cap a l'E s'estreny formant-se al S un acusat bombament perianticlinal (cota 1433); entre Canelles i El Portell (EP) el límit meridional del sinclinal de Sant Pere és una falla que encavalca lleugerament la subunitat de Turp-Perles (talls I a IV).

Dins del sector al SE de la falla de Font de Codonyes (FC) - Forn, al NE de la falla de La Masieta (LM) - Coll de Massana (CM), tenim l'anticlinal de Roc de Galliner (GA) amb el flanc S parcialment laminat, i l'encavalcament de Bertró (BE) (tall IV) que lamina les margocalcàries Ci2s de Coll Durau (CD); més al NE hi ha els plecs laxes del Pelat de Casal (PC) - Roca dels Morruets (RM).

2. Subunitat de Turp-Perles

Està formada per l'anticlinal de Turp i el consecutiu sinclinal de Perles (tall II).

L'anticlinal de Turp té una acusada asimetria de flancs, deguda en bona mesura a la desigual gruixària de sediments cretacis. El flanc S és curt i prim per raons sedimentàries i laminació tectònica; a més, la falla de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA) l'ha tallat en bisell, fent-lo desaparèixer més enllà del meridià de Santa Pelaia (SP) anant cap el NE.

El flanc septentrional cabussa normalment uns 45° vers el N a la part occidental, variant cap el NNW i el NW a mesura que ens acostem a Alinyà. Al SE de Perles s'observa una petita flexió (tall III), que respon, probablement, al joc de les falles de Santa Pelaia (SP), i del torrent de Coll de Boix o del Bas (TO) on hi ha una injecció de margues del Trias superior.

Del sinclinal de Perles, que en bona part és seguit pel riu de Perles - Alinyà, cal distingir dos segments: un a l'W i l'altre a l'E de Canelles.

A l'W de Canelles l'eix es troba dins els materials continentals del Maastrichtià superior-Paleocè (Mc-E1-2) que fossilitzen el paleoaccident que articulava la subunitat

de Turp-Perles i la subunitat de Sant Pere-Montan (tall I); en realitat, aquest minúscul sinclinal és només el resultat d'una verticalització tardana de les capes atasconades del front actiu d'una discordança progressiva finicretàcia i paleocena.

A l'E de Canelles, en canvi, és tot ben diferent: una falla encavalcant, relativament recent, limita ambdues subunitats i fou determinant en la formació del vertader sinclinal de Perles. Sinclinal que primer, just a l'E de Canelles, és normal per esdevenir després invertit (talls II i III); alhora passa de la direcció W-E a la SW-NE. Pel costat NE queda truncat per una falla ortogonal que determina una disposició força estranya entre Sant Ponç (PO) i El Portell (EP).

Unitat del Port del Comte

Per raons sedimentàries i paleogeogràfiques pertanyen a aquesta unitat les escates d'Alinyà i l'Eocè margós pinçat al llarg de la falla de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA). Aquests petits elements estructurals seran analitzats després de tractar el sector de la Roca de la Pena - Pedró dels Quatre Batlles, és a dir el més extens de la unitat.

1. Sector de la Roca de la Pena - Pedró dels Quatre Batlles

Està afectat per tres plecs consecutius amb una direcció aproximada NE-SW. L'anticlinal de la Roca de la Pena - Urdiet al NW, el sinclinal de Vall-llonga (VL) - La Serreta (ST) al centre, i l'anticlinal de Prat Major (PM) - Tossa Pelada (TP) al SE.

L'anticlinal de la Roca de la Pena, cap el SW, té el flanc septentrional parcialment eliminat per la tectònica i posteriorment ha estat esventrat per l'erosió; tot plegat ha fet desaparèixer la coberta de calcària eocena donant lloc a una mitja comba a l'E de Les Sorts (SO) i ha permès veure els terrenys mesozoics que constitueixen el nucli. La disposició d'aquests terrenys al SW de Les Sorts (SO) mostra que en realitat l'anticlinal continua fins l'indret d'Els Castellons (CT) on és tallat amb una certa obliquïtat per la falla de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA), de tal manera que a partir d'aquí i fins al Coll de Boix (BO) la desaparició del flanc NW i de la xarnera és total. L'eix del plec fa una sinuositat i d'una direcció SW-NE passa a W-E per tornar després a la direcció primera; i té una tendència a elevar-se cap el NE. En quant a la seva geometria podem dir que a l'W de la Roca de la Pena (cota 1921) el plec és simètric (tall VI), mentre que més enllà d'Urdiet (cota 2131), a La Serreta (ST), és més aviat una flexió (tall VIII). El flanc SE, en el lloc d'Els Escots (EE), s'inverteix, afectant les capes que hi ha per damunt dels materials incompetents del Paleocè margós (tall V).

El sinclinal de Vall-llonga (VL) - La Serreta (ST) és força regular pel que fa a la direcció. L'eix s'eleva vers el NE (La Serreta, ST) i el SW (Tossal de Cambrils, TC) i es deprimeix al centre (cortals de Vall-llonga, VL). Geomètricament parlant, és bastant simètric en el tram central (tall VI), passant a ser la part còncava de l'esmentada flexió a La Serreta (ST) (tall VIII). A Marcús (MA), malgrat trobar-se el sinclinal fossilitzat pels conglomerats discordants Cg2, es dedueix que té les característiques d'un plec invertit (tall V); la qual cosa ha estat possible mercès al joc de la falla NNW-SSE que hi ha entre Marcús (MA) i el Tossal de Cambrils (TC).

L'anticlinal de Prat Major (PM) - Tossa Pelada (TP) és un plec laxa en bona mesura simètric (talls V a VIII). L'eix s'eleva vers el NE on sofreix una inflexió quant a la direcció. En el flanc SE hi ha una fractura, que limita amb l'anticlinal esventrat d'Odèn fora de l'àrea cartografiada (vegi's mapa de Guérin-Desjardins et Latreille, 1961), de la qual en surt un petit segment en el nostre plànol entre La Gespeguera (GE) i el Pedró dels Quatre Batlles.

2. Falla de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA) i escates d'Alinyà

Aquesta gran fractura NE-SW és una falla en direcció senestre; cosa que es dedueix de la natura dels compartiments que posa en contacte (estratigràficament diferents) i del context paleogeogràfic i estructural sud-pirinenc. El seu pla no és possible analitzar-lo perquè, generalment, està cobert pel Quaternari o bé correspon a injeccions de Triàsic superior margós i guixenc (K) que per la seva plasticitat no ofereix proves del tipus de moviment. Només en tres indrets es veu el cabussament i algunes estries: un al SW d'Alinyà (contacte entre el Cretaci Cs2 i l'Eocè E4-5) (tall V); l'altre al N de L'Alzina (tall VII); i l'últim a pocs metres al SW del Coll d'Ares (CA) on es veu un contacte net entre les margues eocenes (E4-5) i les calcàries del Cretaci superior (Cs3b) amb estries subhoritzontals sobre un pla de falla vertical.

Les escates d'Alinyà no són més que un retall de la unitat del Port del Comte ataconat entre dues grans falles: la de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA) en direcció, i la del S de Llobera (LL) - barranc de L'Alzina - Les Boïgues (LB) subvertical primer (tall VI) i encavalcant cap el SE després (tall VIII).

Estan formades per diferents làmines encavalcants resultants de petits plecs fallats. A l'E de Llobera (LL) hi ha una unitat menuda que pot interpretar-se com un anticlinal de flancs molt verticalitzats; un d'ells parcialment laminat (tall VI). Entre el Cap de la Mua (MU) i el Tossal de l'Àliga (TA) hi tenim un sinclinal amb el flanc NW invertit (talls VII i VIII) i que conserva en la seva xarnera un aflorament de calcàries de l'Ilerdià (E3a). Al SE del Coll de Fumers (CF), una falla inversa separa el Liàsic (L1) del plec invertit anterior del Cretaci superior (Cs3b) de la làmina del Serrat del Pla de l'Anca (PA); que al seu torn encavalca una darrera làmina, molt estreta, la de Les Boïgues (LB), que reposa damunt de l'Eocè del massís del Port del Comte (vessant N d'Urdiet, 2131 m) (tall VIII).

Aquests elements estructurals de disposició complexa continuen en direcció NE fins a Tuixén (fora de l'àrea cartografiada) on torcen cap el SE seguint la vall del Cardener; allà, la seva vergència passa a ésser ortogonalment oposada a la que s'observa a Alinyà; és a dir, si a Alinyà les escates tenen vergència SE a la vall del Cardener (La Coma) la tenen cap al SW (Fig. 1). En aquest recorregut es produeix el que nosaltres hem anomenat la "virgació" (o canvi de direcció) de les escates d'Alinyà - Tuixén - La Coma, deguda al desplaçament vers el NNW-NE del massís del Port del Comte en relació a la unitat sud-pirinenca central que tenim a l'W de la falla de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA), (Ullastre y Masriera, 1996).

Cronologia estructural

Fent nostra la divisa de l'objectivitat hem de dir que, quant als esdeveniments estructurals, res no podem saber del que succeí abans de les acaballes del Cretaci. La regió estudiada és petita per aquest afer.

Pel que fa a l'estructuració postcretàcia hem constatat els efectes, a partir de l'heterodoxa juxtaposició de compartiments que s'endevina tingueren llur origen en una paleogeografia que s'anà modificant amb el temps. Però, necessàriament, també hauríem de destriar les etapes evolutives que han afectat el sector estudiat partint d'un coneixement regional molt més ampli.

En va maldarem per una explicació raonable dels fets circumscrits en el limitat marc de la cartografia adjunta. I, també en va cercarem una comprensió fàcil del que es pugui dir sense haver aprofundit en el coneixement de les regions limítrofes, havent-nos deslliurat per avançat dels prejudicis teòrics i de tot postulat que no hagi estat passat pel sedàs de la crítica més rigorosa.

Així doncs, la cronologia dels fets estructurals que breument exposarem s'ha d'entendre amb l'ajut de les referències bibliogràfiques que considerem adients i que s'indiquen quan s'escaigui.

Que la regió estudiada hagi estat afectada per la tectònica antecenomaniana més enllà del que pugui ser una epirogènesi, queda en el terreny de les hipòtesis tal com ho hem plantejat en la nota 32.

En canvi, que a finals del Cretaci i les albors del Paleocè hi hagué a la regió una activitat tectònica important és un fet ben provat. És llavors quan la franja E-W de Canelles actua de xarxera entre un compartiment al N que s'aixeca i un compartiment meridional subsident. La natura d'aquest paleoaccident, que es prolonga vers l'W fins el peu de Sant Corneli i a l'E té la seva representació en el vessant S del pic de Pedraforca, ha estat motiu de controvèrsia. Uns han volgut veure-hi un mantell maastrichtià, sense valorar quina part del moviment correspon al Cretaci i quina és posterior. Altres –com nosaltres–, consideren que el component principal del moviment fou vertical (Ullastre *et al.*, 1987; Ullastre y Masriera, 1996). Sigui com sigui l'encavalcament vers el S és mínim i respon a les fases majors de la tectònica sud-pirinenca (Eocè mitjà-superior i posteriors) i no pas a la fase finicretàcia.

Fent abstracció dels elements estructurals que hi ha a l'E de la falla de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA) i posant-los mentalment en relació amb les Serres marginals del NE de Balaguer (Fig. 1), tal com estaven fins gairebé l'inici de l'Eocè mitjà, podem entendre com la unitat del Port del Comte fou afectada per la tectònica de l'Eocè inferior (Ilerdià-Cuisià), ben manifesta a tota la unitat sud-pirinenca central de N a S (Ullastre et Masriera, 1992; 1999; 2000), i que va quedar reflectida en l'evolució sedimentària d'aquest Eocè tal com s'ha deduït de l'anàlisi estratigràfica.

Tot plegat coincidia, probablement, amb un desenganxament a nivell del Trias de la cobertora mesozoica-cenozoica sud-pirinenca que es desplaçava, pensem, del NW cap al SE. Coetàniament i posterior a aquest desplaçament tangencial, que s'accentuà a partir del Lutecià mitjà, s'inicià el joc de la falla transcorrent del Segre, en virtut de la rotació horària del panell crostal de la Catalunya oriental, provocant el desplaçament vers el NE de la unitat del Port del Comte i de tota la zona del Pedraforca fins quedar en la posició actual. Aquest fet es va produir durant l'Eocè superior i l'Oligocè principalment.

La falla de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA) (prolongació NE dels accidents del Segre), responsable de la juxtaposició dels compartiments tan dissemblants que hi ha a un costat i a l'altre de la vall d'Alinyà, fou activa fins abans de la deposició dels darrers conglomerats discordants que formen el Pla de les Guàrdies a l'W de Cambrils, fora de l'àrea cartografiada. Aquests conglomerats, d'acord amb les datacions consignades in Ullastre y Masriera (1996, pp. 226-227), són de l'Oligocè o fins i tot posteriors.

La falla encavalcant cap al S que limita la subunitat de Turp-Perles amb la de Sant Pere-Montan (Fig. 2), així com altres falles paral·leles que hi ha més al N, els plecs que hi venen associats, i també l'encavalcament d'Ainat (AI), són fenòmens conseqüents al funcionament de la falla transcorrent de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA).

La falla de la Font de Codonyes (FC) - Forn, si bé sembla anterior als conglomerats Cg2b, ha tingut un joc posterior ja que els afecta una mica.

TRETS GEOMORFOLÒGICS I D'HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA

La regió estudiada es caracteritza per tenir un relleu netament estructural en general conforme, localment fossilitzat pels conglomerats terciaris Cg2. No s'hi aprècia cap fenomen remarcable d'inversió, ni d'inadaptació a l'estructura com a conseqüència de sobreimposició o d'antecedència; exceptuant una part del curs del riu de Lavansa, que talla transversalment l'eix d'un anticlinal entre Montan de Tost i la Roca dels Morruts (RM) i que podria ser epigènic.

Així doncs, les valls segueixen els sinclinals o s'han excavat seguint les grans fractures: la depressió d'Ainat (AI) en el fons de la continuació oriental (desplaçada cap el N) del sinclinal de Santa Fe d'Organyà (penjat a l'W del Segre); la vall de Sant Pere en el fons d'un sinclinal com també el curs inferior del riu de Perles - Alinyà; la Vall-longa (VL) coincidint amb un sinclinal també; les capçaleres del riu de Perles - Alinyà modelades seguint el gran corredor de fractura que va de Coll de Boix (BO) al Coll d'Ares (CA) i el d'Alinyà a Les Boïgues (LB).

No obstant això, alguns segments de cursos fluvials tenen un caràcter cataclinal i han tallat els terrenys calcaris perpendicularment a la direcció de les capes donant lloc a certs engorjats: el del riu de Perles - Alinyà entre ambdues poblacions; els de la part inferior dels torrents de Coll de Boix o del Bas (TO) i de la Vall del Lluç (VA) afluents de l'esquerra del riu de Perles; el del camí de Forn, a l'E immediat de Coll Durau; els dels trams inferiors de les rases de la Cabaneta i de l'Escura afluents de l'esquerra de la Vall-longa (VL); el del barranc que baixa d'Urdiet (2131 m) a Les Boïgues (LB). Uns pocs segments de torrents tenen un curs anaclinal: el torrent de Vall-longa (VL) quan torça al NW és el més bell exemple.

Els cims i les carenes solen correspondre, com és normal en un relleu conforme, amb les culminacions anticlinals, vegi's: Roca dels Morruts (RM), (1340 m); Tossal de Balinyó (TB), (1206 m); Roc de Galliner (GA), (1635 m); serra de Turp; Roca de la Pena - Urdiet; Prat Major (PM) - Tossa Pelada (TP), (2378 m).

En la denudació dels vessants, ultra la caiguda de blocs i pedruscall que donà lloc a talussos caòtics especialment al peu d'escarpaments, són ben manifestos els fenòmens de disgregació sota pretèrites condicions periglacials, a partir dels 1200 m d'altitud, que formaven acumulacions de detritus estratificats ("grèzes litées"). També

un gran lliscament gravitacional per solifluxió al NE de Fígols és remarcable (terrenys cartografiats sota el símbol Cs1-2), com a fenomen relacionat amb l'evolució d'un cingle calcari amb un substrat plàstic.

Un carst nival amb nombroses dolines es pot veure entre la Tossa Pelada (TP) i el Pedró dels Quatre Batlles a més de 2300 m d'altitud; lapiaz important a les calcàries "urgonianes" (Ci1s) al NE de la cota 1433 damunt d'Alinyà i dalt la Roca dels Morruets (RM) i alguna dolina a l'E de Bertró.

Pel que fa a la hidrologia subterrània dues surgències remarcables: a l'W la Font de Codonyes (FC) que drena les calcàries del Cretaci inferior i que surt per una falla que encavalca lleugerament les margues aptianes de Romanins - Voloriu; a l'E L'Aiguaneix on surten les aigües pluvials i nivals de la Muntanya d'Alinyà - Pedró dels Quatre Batlles, canalitzades subterràniament per la Vall-llonga (VL) i que tenen per nivell de base les margues del Paleocè continental, ⁽³⁴⁾.

La Font d'Els Assents (EA) al peu d'Urdiet i la Font de la Figarosa al NW de Sant Pere tenen un cabal força important i regular. La resta dels nombrosos punts d'aigua que hem localitzat són, en general, fontetes relacionades amb petites àrees de captació i que tenen per nivell de base local horitzons margosos diversos.

CONCLUSIÓ

L'objecte principal del treball ha estat fer una cartografia geològica raonada i de primera mà, que millorés els documents dels nostres predecessors, la qual cosa no és possible de fer sense tenir un coneixement força aprofundit dels terrenys mesozoics i cenozoics sud-pirinenecs, evidentment adquirits amb anterioritat. Així doncs, el document que presentem no és sols el resultat de la feina feta en els dos darrers anys sinó el d'una experiència acumulada.

No obstant això, molts problemes d'ordre estratigràfic (principalment) i estructural com a conseqüència se'ns han presentat; particularment en estudiar el Cretaci inferior i l'Eocè. Alguns han quedat força ben resoltos; altres queden per estudiar; en conjunt, però, tenim la impressió d'estar fent una aportació significativa al coneixement de la regió.

Certes novetats en l'estratigrafia del Cretaci inferior i en la seva anàlisi estructural ens semblen importants per entendre com es passa d'un compartiment amb Cretaci inferior a un altre adjacent que no en té. I, també pensem que seran una via per reinterpretar l'estratigrafia i l'estructura del Cretaci inferior del pic de Pedraforca.

L'estudi de la part occidental del massís del Port del Comte ha tingut com a novetat la descoberta de nous terrenys, amb una distribució que ens permet entrellucar la seva evolució tectonosedimentària i les relacions que tingué el massís (fins les albers de l'Eocè mitjà) amb les Serres marginals del NE de Balaguer per un costat i amb la zona del Pedraforca per un altre.

Creiem també que, el fet d'haver elegit en fer la cartografia unes unitats estratigràfiques en les quals l'aspecte litològic és important, i d'haver-nos abtingut d'interpretar quan els afloraments queden amagats sota la coberta en general col·luvial i edàfica, pot contribuir a que aquest document sigui útil no sols als geòlegs sinó alhora als geomorfòlegs, edafòlegs, biòlegs, geògrafs; ja que, malgrat el menysteniment que sovint es té de la geologia, aquesta és el substrat de tot el que esdevé en un territori. La interpretació de qualsevol fet biològic o humà quedarà coixa sense aquest recolzament.

EXPLICACIÓ ABREUJADA DE LES LÀMINES *(plegades a part)*

PLÀNOL GEOLÒGIC (37)

Terrenys

K - *Triàsic superior*: margues bigarrades rogenques i guixos de fàcies Keuper; eventualment carniols i ofites.

L1 - *Triàsic terminal - Liàsic inferior*: margocalcàries dolomítiques, calcàries amb estructura laminada, bretxes calcariodolomítiques i calcàries oolítiques; comprèn els estatges Retià-Hettangià i Sinemurià.

L2 - *Liàsic mitjà-superior*: margocalcàries amb pectínids, calcàries bioclàstiques roges, margues gris-blavoses i bancs amb *Gryphaea*; comprèn els estatges Pliensbaquià, Toarcià i Aalenian inferior.

J - *Dogger-Malm*: margocalcàries oncolítiques, dolomies negres, eventualment calcàries; les distincions a, b, c, responen al tipus de materials que aquesta unitat té al sostre.

Ci1 - *Neocomià - Barremià - Aptià*: calcàries marines de caire “urgonià”, a vegades amb episodis lacunars o lacustres amb caròfits; les distincions n, s, tenen finalitats descriptives.

Ci2 - *Aptià*: margues, margocalcàries i calcàries argilosos del Bedulià - Gargasià - ?; les distincions n, s, tenen finalitats descriptives.

Ci3 - Cs1 - *Albià superior - Cenomanià inferior continentals*: margues amb lignits; presència de caròfits.

B - *Bauxites*: roques compactes, argiloses, de color rogenc amb clapes blanques, plenes de pisòlits ferruginosos; dipositades després del Bedulià i abans del Santonià superior.

Cs1 - *Cenomanià superior - Turonià*: calcàries amb *Praealveolina*, calcàries amb *Pithonella* (“fissurines”).

Cs2 - *Senonià inferior*: calcàries a vegades gresoses, margocalcàries i margues; la presència del Coniacià és dubtosa, només el Santonià està ben caracteritzat.

Cs1-2 - *Lliscament gravitacional de Cretaci superior*: paquets d'ordre decamètric a hectomètric de terrenys del Cenomanià superior - Turonià i del Santonià, amb disposició caòtica.

Cs3 - *Senonià superior*: a, sorres i graves de quars; b, calcàries marines organògenes i detrítiques, calcàries lacunars; c, calcàries, margues i “gresos d'Areny”. En el conjunt hi ha representats els estatges Campanià i Maastrichtià inferior.

Mc - *Maastrichtià continental*: calcàries lacustres, llims argilosos rojos, gresos calcaris i llims arenosos rojos.

Mc-E1-2 - *Maastrichtià - Paleocè continentals*: margues arenosos i gresos amb lignits, limolites rogenques, calcàries lacustres, llims arenosos i bretxes calcàries rojos.

E1 - *Paleocè basal*: calcàries lacustres i palustres cf. “calcària de Vallcebre”.

E1-2 - *Danomontià - Thanetià*: margues, limolites i bancs calcàris, rogencs i ocres, amb *Microcodium*; calcàries lacustres.

E3 - *Ilerdià*: a, calcàries amb alveolines; b, episodi fluviomari amb margues arenoses i gresos vermells o grisos.

E3c-4 - *Ilerdià terminal* - *Cuisià mitjà*: calcàries amb miliòlids i calcàries amb alveolines; localment banc calcari amb assilines i nummulits.

E4 - *Cuisià mitjà-superior*: calcàries amb assilines i nummulits.

E4-5 - *Cuisià superior* - ? *Lutecià inferior*: conglomerats i gresos amb nummulits i assilines, margues amb algunes filades primes de calcàries i de gresos.

Ecl - ? *Cuisià continental*: calcàries lacustres amb ostracodes; eventualment caròfits.

Cg1 - ? *Eocè mitjà continental*: argiles i llims arenosos ocres amb conglomerats, argiles i llims arenosos rojos, conglomerats bretxoides.

Cg2 - *Eocè superior* - *Oligocè*: conglomerats discordants. a, dipositats damunt de la unitat del Port del Comte; b, dipositats damunt de la unitat sud-pirinenca central.

Q - *Quaternari*: terrenys al·luvials, col·luvials i eluvials més recents.

Altres signes

1, contactes normals o sedimentaris ja siguin concordants o discordants.
2, contactes mecànics, és a dir: falles normals, inverses, en direcció, encavalcaments.
3, eix d'anticlinal. 4, eix de sinclinal. 5, eix d'anticlinal invertit. 6, eix de sinclinal invertit. 7, direcció i cabussament de capes en posició normal. 8, direcció i cabussament de capes invertides.

Topònims abreviats

AI = Aïnat	GA = Roc de Galliner
BA = Balinyó	GE = La Gespeguera
BE = Bertró	GU = Cap de la Guàrdia
BO = Coll de Boix	LB = Les Boïgues
CA = Coll d'Ares	LC = Les Casanoves
CB = Collet del Bas	LI = Lligonàs
CD = Coll Durau	LL = Llobera
CF = Coll de Fumers	LM = La Masieta
CG = Cal Galtanegra	LS = La Sala
CM = Coll de la Massana	LT = "Les Trilles" de Clarià
CO = Cortassa	MA = Cortals de Marcús
CP = Coll de Cal Penya	ML = Pla de la Mula
CS = Castellàs	MU = Cap de la Mua
CT = Els Castellons	PA = Serrat del Pla de l'Anca
EA = Els Assents	PC = Pelat de Casal
EC = El Coll	PE = Cal Penya
EE = Els Escots	PM = Prat Major
EP = El Portell	PO = Sant Ponç
ER = "El Rètol"	RC = Roca dels Collars
ES = L'Estany	RG = Roca de Cal Gollet
FC = Font de Codonyes	RM = Roca dels Morruets
FE = Clot del Ferrer	RN = Roca de Narieda

RP = Roca de Peguera	TG = Tossal de Gaup
SA = Corral del Sastre	TO = Torrent de Coll de Boix o del Bas
SE = La Serra	TP = Tossa Pelada
SO = Les Sorts	TR = Coll de la Travessa
SP = Santa Pelaia	VA = Vall del Lluc o barranc de l'Ós o de l'Ossa
ST = La Serreta	VL = Vall-llonga
TA = Tossal de l'Àliga	VM = La Vall del Mig
TB = Tossal de Balinyó	
TC = Tossal de Cambrils	

TALLS GEOLÒGICS

Talls seriats i orientats interessant, els quatre primers, l'extrem oriental de la unitat sud-pirinenca central i, la resta, la unitat del Port del Comte. L'eix vertebrador entre uns i altres és la gran falla en direcció senestre de Coll de Boix (BO) - Coll d'Ares (CA).

Símbols iguals als del plànol geològic amb l'afegit d'alguns clàssics signes litològics que permeten patentitzar l'estructura.

NOTES

- (1) Persistència d'un gran domini rural (restes d'un domini senyorial molt més gran) que fins ben entrada la passada centúria (segle XX) estava en mans dels descendents de la casa ducal de Cardona i Medinaceli ("La Duquessa", segons la veu del poble).
- (2) Malgrat la poca abundància dels terrenys conreables la seva fertilitat és elevada. La riquesa en saborosos prats és, però, destacable a l'estatge subalpí.
- (3) La conveniència de l'expressió "zona axial", des d'un punt de vista geològic, ha estat tot sovint qüestionada per raons paleogeogràfiques i tectòniques (Peybernès, 1976; Souquet *et al.*, 1977; Fontboté, 1991).
- (4) D'ara endavant, tinguin-se sempre presents les làmines corresponents al plànol i als talls geològics.
- (5) En general, els topònims que no han estat indicats en el nostre plànol són trets del Mapa Comarcal de l'Institut Cartogràfic de Catalunya. D'ara endavant ja no farem notar més aquest aclariment.
- (6) Determinacions específiques degudes a Rolf Schroeder (Universitat de Frankfurt).
- (7) Peybernès (1976, p. 195) diu textualment: "Au-delà du flanc méridional du synclinal d'Orgaïa dont l'axe est occupé par le Crétacé supérieur du Santa-Fé, le Jurassique se reploie dans le long anticlinal longitudinal de Montanissell-Boixols dont la voûte est recoupée au Sud de la ville d'Orgaïa par le cours du Sègre (au niveau du pont de Figols). Tous les profils relevés sur les flancs de cet anticlinal montrent la constante superposition des calcaires urgo-aptiens supérieurs (U4) sur les dolomies kimméridgiennes. Ainsi est révélée la disparition brutale et spectaculaire du Néocomien, du Barrémien et de l'Aptien inférieur, si puissamment développés (plusieurs milliers de mètres) dans la coupe d'Orgaïa, située quelques kilomètres à peine plus au Nord". Berástegui *et al.* (1990), acceptant com a bones les datacions de Peybernès (1976) i sense més indagacions, s'afanyen a presentar una cosa imaginària i perfecta "in terms of sequence stratigraphy" (pp. 254-255, fig. 5) quan defineixen la seva Roca Narieda sequence". Com ho demostrin les nostres investigacions, en el "lower carbonate body" d'aquesta seqüència s'hi troba el Valanginià inferior i el Barremià inferior, el que significa que en aquest cos carbonàtic hi ha una representació de les seves seqüències d'Hostal Nou i de Prada i en conseqüència la "Roca Narieda sequence" queda invalidada mentre no hi hagi qui la redefineixi.

- (8) Equinoïdeus determinats per Bernard Clavel (Universitat de Lyon).
- (9) Braquiòpodes determinats per Sebastià Calzada (Museu Geològic del Seminari Conciliar de Barcelona).
- (10) Vegi's: *Geografia general de Catalunya* dirigida per Francesch Carreras y Candi, publicada a Barcelona vers el 1925; vol. Província de Lleyda per Ceferí Rocafort, pp. 492-493, Alinyà, on diu: "Si troban també mines de hulla a Perles".
- (11) Martín-Closas (2000, pp. 95-96) considera *Atopochara brevicellis* Grambast-Fessard, 1980, sinònim d'*A. trivolvís*; encara que més endavant (pp. 101-114) no surt *A. brevicellis* en cap de les sinònimes de les respectives varietats.
 Això ens fa pensar en la indecisió que l'autor té en relació a l'espècie creada a Turp. I, plana el dubte també sobre si l'autor ha tingut o no un coneixement directe de l'espècie.
 A la bibliografia no surt referenciat el treball on Grambast-Fessard va fer la descripció de la nova espècie.
 A la p. 96 quan cita *A. brevicellis* Grambast-Fessard, 1980 fa constar "lám. 1, fig. 1-11". En realitat només les figs. 7-8-9-10-11 d'aquesta làmina són representacions d'*A. brevicellis*.
 Sobre el treball de Feist (1981) –referenciat a la bibliografia– que estudia *A. brevicellis* del Cenomanià de Le Revest-les-Eaux (Var, França), Martín-Closas no en diu res.
- (12) En el treball d'Ullastre y Masriera (1989) s'hi han de fer les rectificacions següents: p. 56, l'explicació del nivell 1 de la fig. 3 ha de dir *margas 4-5 m*; p. 57, on diu "laguno-lacustre" ha de dir *lacustre*.
- (13) Per l'estudi de les prealveolines vegi's: Reichel (1936), Hottinger (1974).
- (14) Sobre les *Lacazina* i altres grans miliòlids vegi's: Hottinger *et al.* (1989).
- (15) Astre (1927) descriu uns *Orbitoides* procedents de la serra de Turp (recollits a mig camí de Santa Palaia a Canelles per la Vall del Lluç) sota el nom de *Monolepidorbis sanctae-pelagiae*, var. *densa* i var. *vacuolaris*.
 Més tard, Neumann (1972) els considera sinònims d'*Orbitoides tissoti*, var. *densa* i var. *douvillei* respectivament. Gorsel (1978, p. 39) estima que *M. sanctae-pelagiae* és un sinònim d'*O. douvillei* (Silvestri) (= *Linderina ?douvillei* Silvestri, 1910).
 L'*Orbitoides hottingeri* de van Hinte (1966), (cf. *Monolepidorbis dordoniensis* in Hottinger, 1966), que apareix en el Senonià inferior (Santonian), és jutjat per Neumann (1972) com un sinònim d'*O. tissoti* var. *densa*; no obstant això, diferents autors (Hottinger y Rosell, 1973; Bilotte *et al.*, 1975; Gorsel, 1978; Caus *et al.*, 1988) continuen citant-lo com una espècie diferent.
 L'espècie d'Astre (1927) amb les dues varietats, són formes de transició entre l'*O. hottingeri* amb un dèbil recobriment lateral i l'*O. tissoti* (s.s.), descrit per Schlumberger (1902), amb llotges laterals nombroses.
- (16) Caus *et al.* (1988, p. 111) en dóna una llista d'espècies. Sobre aquest treball hem d'assenyalar que, si bé es pot consultar amb profit pel que fa a la fauna de foraminífers del Cretaci superior, per la resta cal prendre grans precaucions ja que hi ha nombrosos disbarats (vegi's la rectificació d'un dels més grossos in Ullastre y Masriera, 1989).
- (17) Gènere i espècie nous descrits per Wannier (1983) que corresponen en part a la denominada informalment raça *minor* del *Siderolites vidali* Douvillé, 1910.
- (18) Entenem per Senonià superior l'aplec dels estatges Campanià i Maastrichtià marins sense precisar si estan més o menys representats o si en manca cap.
- (19) Jaciment situat a la cota 1105 al SW d'Alinyà (corresponent al lloc d'Els Castellons, CT) del full d'Organyà núm. 253 del "Mapa topogràfic nacional de España a escala 1:50.000" publicat el 1934.
- (20) Wannier (1983) considera que *Praesiderolites dordoniensis* és del Campanià superior; això no obstant, la taula 5 de "Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins" (SEPM Special Publication, n° 60, 1998) consigna la desaparició d'aquesta espècie en el Maastrichtià inferior (69,89 Ma). La mateixa taula 5 ens diu que *Orbitoides tissoti* va desaparèixer al començament del Maastrichtià superior (68, 54 Ma).
- (21) L'edat de l'*Hippurites radiousus* ha estat objecte de polèmica des de fa anys. Espècie que marca l'inici del Dordonià de Coquand, ha seguit els avatars d'aquest estatge obsolet (Neumann, 1980; Philip y Bilotte, 1983). Durant anys admesa com a forma maastrichtiana ha estat darrerament situada cap al final del Campanià (72,71 Ma) (taula 5 de "Mesozoic and Cenozoic..."; vegi's nota 20).

- (22) Gorsel (1975, p. 32) dóna un valor de 8,3 a la relació diàmetre /gruix dels *L. socialis* procedents de la "serra dels Homes Morts" al SSW de Salàs de Pallars (p. 25), immediatament per sota dels "gresos d'Areny".
- (23) *Sirtina orbitoidiformis* Brönnimann et Wirz, 1962 és el genotipus d'un rotàlid amb caràcters orbitoidals que segons Gorsel (1974, p. 335; 1978, p. 93) podria ser considerat com un ascendent de *Clypeorbis*.
- (24) En fer aquesta anàlisi, i a fi d'orientar el lector, hauríem de citar repetides vegades els treballs on nosaltres hem judicat el "garumnià" i exposat els coneixements que en tenim. Amb la intenció d'evitar una carregosa reiteració, donarem aquí, de cop, la referència de tots els nostres treballs en els quals es fonamenta el que direm sobre el Maastrichtià i el Paleocè continentals. A tal efecte vegi's: Masriera i Ullastre (1981), (1982), (1983), (1988), (1990); Ullastre i Masriera (1983) (1998). Sobre els conglomerats del límit Maastrichtià-Paleocè de Sallent de Coll de Nargó - Canelles - Pedraforca vegi's a més: Ullastre *et al.* (1987). Sobre les bretxes paleocenes de Fòrnols (W del Cadí) - Montsec vegi's: Ullastre *et al.* (1990), Ullastre et Masriera (1992).
- (25) Per a l'estudi de les alveolines vegi's: Hottinger (1960); Drobne (1977); per a la biozonació, a més, Serra-Kiel *et al.* (1998).
- (26) Espècie descrita per Feist (*in* Feist et Colombo, 1983) que només es coneixia a la localitat tipus: barranc de la Posa (Isona, Conca de Tremp).
- (27) Tenint present que durant l'Eocè inferior el massís del Port del Comte estava unit encara a les Serres marginals del NE de Balaguer (Ullastre i Masriera, 2000), és plausible creure que hi ha una relació causa-efecte entre els fets sedimentaris observats a la part occidental del massís del Port del Comte (Muntanya d'Alinyà) i la brutal discordança intrailerdiana vista a les Serres marginals al N d'Os de Balaguer (Ullastre y Masriera, 1999, p. 92, fig. 4).
- (28) Sobre el grup d'*A. levantina* hi ha discrepàncies entre Hottinger (1960) i Hottinger (1974). L'any 1960 Hottinger considerava el grup format per l'espècie *A. cremae* i la nova espècie *A. levantina*, admetent l'existència de formes de transició.
- (29) Per l'estudi dels nummulits i assilines vegi's Schaub (1981).
- (30) En aquestes calcàries, l'any 1977, vam trobar-hi un cranc de l'espècie *Harpactoxanthopsis kressenbergensis* (Meyer) (segons la determinació que va fer Mossèn Lluís Via), que fou llegat al Museu Geològic del Seminari Conciliar de Barcelona, on es conserva catalogat amb el número 28.330.
- (31) Determinacions d'A. Blondeau (París) que consten en un treball inèdit de Wilhelm, fet l'any 1976, segons ens ha comunicat el seu professor Rolf Schroeder (Frankfurt).
- (32) Sobre el problema que suscita la juxtaposició de compartiments o unitats amb Cretaci inferior notable i sense o escàs Cretaci inferior, deixant de banda les teories que propugnen l'existència d'encavalcaments de gran amplitud per explicar aquest fet, cal prendre en consideració un altre fet que no s'ha tingut mai en compte: el de la tectònica i consegüents erosions antecenomanianes. En efecte, a les unitats sud-pirinenques hom ha acceptat des de fa anys una certa discordança a escala regional entre els materials del Cretaci inferior i els de la transgressió cenomaniana (Rosell, 1963, 1967, Souquet, 1967; Peybernès, 1976; etc.); no obstant això, l'anàlisi cartogràfica del Montsec (Ullastre, 1998a, p. 185, làmines I, II i III) ens demostra, a més, que una important tectònica de fractura (? NE-SW) anterior al Cenomanià superior posa de sobte en contacte compartiments amb i sense Cretaci inferior. Si acceptem –com sembla ésser necessari– que les serres d'Aubenç i de Turp són la continuació NE de la unitat del Montsec, estarem davant d'un fet intrigant: a l'extrem més oriental del Montsec, just abans de desaparèixer sota els conglomerats de Comiols i de la conca del Rialb, el Cretaci inferior té una certa entitat, com ho demostren les evidències de superfície (Ullastre, 1998a, làmina IV) i el sondeig Comiols 1 (Ullastre y Masriera, 1996, p. 237 i p. 246, fig. 1) que va travessar uns 450 m de Cretaci inferior; en canvi, a 13 km al NNE, el sondeig Isona 1 bis (*ibid.*, p. 238 i p. 246, fig. 1) va travessar només uns 80 m de Neocomià, i al SE de la serra d'Aubenç (que apareix a 9 km a l'ENE del sondeig Comiols 1) i també a la de Turp la seva absència és absoluta (excepció feta de l'Albocenomanià continental de Turp). L'existència d'un accident (?NW-SE) antecenomanià sota els conglomerats terciaris discordants de la conca del Rialb sembla ser una explicació plausible; i diem antecenomanià perquè a l'E del Montsec és el Cenomanià superior-Turoní el que reposa discordant sobre el Cretaci inferior i és el mateix terreny o l'immediat superior (Santonià) el que es troba discordant damunt el Juràssic a les serres d'Aubenç-Turp.

El paper que pugui tenir aquesta tectònica en la desaparició N-S del Cretaci inferior és així mateix una qüestió per pensar-hi.

- (33) Un estudi estratigràfic comparatiu i tectònic molt detallat dels dos compartiments adjacents, potser podria aportar alguna llum sobre aquest punt difícil.
- (34) Les aigües d'aquestes dues surgències havien estat conduïdes fins uns saltants a fi de produir l'energia elèctrica que consumien els pobles de Fígols (Font de Codonyes, FC) i d'Alinyà (L'Aiguaneix) només fa unes dècades.
- (35) El mot accident l'estem emprant, deliberadament, en el sentit ambigu que en tectònica li ha estat donat pels francesos: terme que designa tota superfície de contacte anormal, és a dir mecànic o tectònic, com són les falles verticals o longitudinals, els encavalcaments i altres contactes mecànics. El prefixe *paleo* vol significar que, a despit de l'estat en què s'observi actualment, l'anàlisi meticulosa de les relacions entre tectònica i sedimentació ens han fet deduir que és un accident (de natura imprecisa) que va començar a funcionar en una època geològica molt reculada, anterior a la fase orogènica principal.
- (36) Tant els paleoaccidents assenyalats a la zona sud-pirinenca en qüestió com el paleodiapiir de Les Avellanes començaren a funcionar, d'acord amb les proves obtingudes i detalladament exposades en els nostres treballs, a finals del Maastrichtià, perllongant la seva activitat al Paleocè i l'Eocè inferior. La tectònica posterior els removilitzà en bona part, fins arribar a l'estat actual, essent necessari per a jutjar-los i definir-los destriar la part de moviment que correspon a cada època.
- (37) La cartografia geològica de la vall d'Alinyà i la seva rodalia (uns 130 km²) ha estat realitzada amb cura, sense idees preconcebudes ni escatimar-hi esforços sobre el terreny. S'han utilitzat, com a fons topogràfic per a treballar al camp, fotografies aèries estereoscòpiques que permeten distingir amb claredat afloraments de roques de tan sols algunes desenes de m² de superfície i seguir els contactes entre unitats estratigràfiques i estructurals amb gran precisió, ja que a cada moment es veu amb nitidesa el punt exacte que hom trepitja.

No obstant això, un cop tret el fons fotogràfic per imperatius editorials, la cartografia resultant, malgrat la seva qualitat, deixa de ser un mapa per esdevenir un esbós, ja que falta el relleu que l'estereoscopia ens dóna, i la identificació d'un indret sobre aquest tipus de document esdevé poc fàcil, tot i les referències toponòmiques i altimètriques que s'hi hagin inclòs.

Per altre costat cal tenir present la gradació d'escalles que hi ha (en una fotografia no rectificada) entre els fons de les valls i els cims de les muntanyes, la qual cosa dóna una planimetria imprecisa amb una escala promig aproximada, especialment en una regió tan accidentada com és la que ha estat objecte d'estudi.

Així doncs, la cartografia resultant té un valor essencialment qualitatiu, ja que la planimetria arriba a tenir diferències més o menys significatives sobre l'escala de referència, malgrat les rectificacions que bonament hem pogut fer.

Tots aquests avantatges i inconvenients els fem avinents a fi i efecte que el lector, amb la seva benevolència, sigui indulgent davant la tasca aconcluida.

La majoria de les referències toponòmiques i la totalitat de les altimètriques són tretes del mapa comarcal a escala 1:50.000 de l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

APÈNDIX

Espècies que tenen la localitat tipus dins la regió d'Alinyà:

Atopochara brevicellis Grambast-Fessard, 1980. Al NE del Cogulló de Turp. Albià superior-Cenomanià inferior (Ci3-Cs1). Vegi's nota (11).

"*Monolepidorhis sanctae-pelagiae*" Astre, 1927. A l'WSW de l'ermita de Santa Pelaia (SP). Senonià inferior (Cs2). Vegi's nota (15).

Radiolites alsinanus Astre, 1932. Al NE de L'Alzina; en el Tossal de l'Àliga (TA). Senonià superior (Cs3b).

BIBLIOGRAFIA

- Astre, G. 1927. Sur *Monolepidorhis* Foraminifère voisin des Lindérines et des Orbitoïdes. *Bull. Soc. géol. France*, 4^e série, **27**: 387-394, 1 lám.
- Astre, G. 1932. Les faunes de Pachyodontes de la province catalane entre Sègre et Fraser. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **64** (1): 31-154, 8 lams.
- Berástegui, X., García-Senz, J.M. and Losantos, M. 1990. Tecto-sedimentary evolution of the Organyà extensional basin (central south Pyrenean unit, Spain) during the Lower Cretaceous. *Bull. Soc. géol. France*, (8), **6** (2):251-264.
- Betzler, Ch. 1989a. The Upper Paleocene to Middle Eocene between the Río Segre and the Río Llobregat (Eastern South Pyrenees): Facies, Stratigraphy and Structural Evolution. *Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten*, A, **2**: 1-113; Appendix: 1-21.
- Betzler, Ch. 1989b. A carbonate complex in an active foreland basin: the Paleogene of the Sierra de Port del Comte and the Sierra del Cadí (Southern Pyrenees). *Geodinamica Acta*, **3**: 207-220.
- Bilotte, M. 1978. Le Crétacé supérieur des Sierras del Cadí, de Port del Comte et de Oden (Tronçon catalan - Pyrénées). *C. R. Sc. Phys. et Hist. Nat. Genève*, **13** (1): 16-22.
- Bilotte, M. 1984. Le détroit des Aspres: nouvel élément de la paléogéographie est-pyrénéenne à la fin du Crétacé. *Strata*, **1**: 23-31
- Bilotte, M. 1984-1985. Le Crétacé supérieur des plates-formes est-pyrénéennes. *Strata*, (2) **1**: 45 pls; (2) **5**: 1-438, 121 figs., 53 tpls.
- Bilotte, M., Souquet, P. et Wallez-Fondécave, M. J. 1975. Échelles de Foraminifères planctoniques et benthiques dans le Campanien et le Maestrichtien sud-pyrénéens. *C. R. Acad. Sc. Paris*, série D, **280**: 255-258.
- Brönnimann, P. and Wirz, A. 1962. New Maastrichtian Rotaliids from Iran and Libya. *Ecl. geol. Helv.*, **55**: 519-528.
- Carez, L. 1881. *Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*. Savy Édit., Paris: 1-327, 72 figs, 2 mapes.
- Caus, E. , Rodés, D. y Solé-Sugrañes, Ll. 1988. Bioestratigrafía y estructura del Cretácico superior de la Vall d'Alinyà (Pirineo oriental, prov. de Lleida). *Acta Geol. Hispànica*, **23** (2): 107-118.
- Closas-Miralles, J. 1954. Las bauxitas del NE de España. *C.R. Congr. Géol. Int.*, Alger, 1952, sect. XII, fasc. **12**: 199-223.

- Combes, P.J. 1969. Recherches sur la genèse des bauxites dans le nord-est de l'Espagne, le Languedoc et l'Ariège (France). *Mém. C.E.R.G.H.*, III-IV: 1-375.
- Combes, P.J. et Peybernès, B. 1996. Succession des faciès, mise en place des bauxites et structuration des Pyrénées au Crétacé inférieur. *C. R. Acad. Sci. Paris*, série II a, **322**: 669-676.
- Dalloni, M. 1930. *Étude géologique des Pyrénées catalanes*. J. Carbonel Edit., Alger: 1-373, 65 figs., 12 lams., 1 mapa.
- Drobne, K. 1977. Alvéolines paléogènes de la Slovénie et de l'Istrie. *Mém. Suisses Paléont.*, **99**: 1-132.
- Durand-Delga, M., Méon, H., Masrera, A. et Ullastre, J. 1989. Effets d'une phase tectonique compressive, affectant du Miocène supérieur, daté palynologiquement, dans la zone de la Pedraforca (Pyrénées catalanes, Espagne). *C.R. Acad. Sci. Paris*, série II, **308**: 1091-1098.
- Fauré, Ph. 1984. Le Lias de la partie centro-orientale des Pyrénées espagnoles (Provinces de Huesca, Lérida et Barcelona). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **121**: 23-37.
- Feist, M. 1981. Charophytes du Crétacé moyen et données nouvelles sur l'évolution des Clavatoracées. *Cretaceous Research*, **2**: 319-330, 4 figs., 1 taula.
- Feist, M. et Colombo, F. 1983. La limite Crétacé-Tertiaire dans le nord-est de l'Espagne, du point de vue des Charophytes. *Géologie Méditerranéenne*, **10** (3-4): 303-326.
- Fontboté, J.M. 1991. Reflexions sobre la tectònica dels Pirineus. *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. Barcelona*, 3a época, (889), **50** (7): 301-352.
- Garrido, A. y Ríos, L.M. 1972. Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los ríos Cinca y Segre, *Bol. Geol. y Min. España*, **83**: 1-47.
- Gorsel, J.T. van, 1974. Some complex Upper Cretaceous Rotaliid Foraminifera from the Northern border of the Aquitaine basin (SW France) II. *Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen*, series B, **77**(4): 330-339, 4 lams.
- Gorsel, J.T. van, 1975. Evolutionary trends and stratigraphic significance of the Late Cretaceous *Helicorbitoides-Lepidorbitoides* lineage. *Utrecht Micropaleont. Bull.*, **12**: 1-99.
- Gorsel, J.T. van, 1978. Late Cretaceous Orbitoidal Foraminifera, in *Foraminifera*, vol. 3, Academic Press, New York: 1-120.
- Grambast-Fessard, N. 1980. Description de deux espèces nouvelles d'*Atopochara* Peck (Clavatoraceae, Charophyta). *Géobios*, **13** (1): 129-135, 3 figs, 1 lam.

- Guérin-Desjardins, B. et Latreille, M. 1961. Étude géologique dans les Pyrénées espagnoles entre les ríos Segre et Llobregat (provs. de Lérida et Barcelona). *Rev. Inst. Français Pétrole*, **16** (9): 922-940. Traducción in *Bol. Inst. Geol. y Min. España*, 1962, **73**: 329-369.
- Hinte, J.E. van, 1966. *Orbitoides hottingeri* n. sp. from Northern Spain. *Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen*, series B, **69** (3): 388-402. 2 láms.
- Hottinger, L. 1960. Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Éocène. *Mém. Suisses Paléont.*, **75-76**, 18 láms., 1 taula, 117 figs.
- Hottinger, L. 1966. Foraminifères rotaliformes et Orbitoïdes du Sénonien inférieur pyrénéen *Ecl. geol. Helv.*, **59**: 277-301, 6 láms.
- Hottinger, L. 1974. *Alveolinids, Cretaceous-Tertiary Larger Foraminifera*. Esso Production Research-European Laboratoires: 1-84, 24 figs., 106 láms.
- Hottinger, L., Drobne, K. and Caus, E. 1989. Late Cretaceous, Larger, Complex Miliolids (Foraminifera) Endemic in the Pyrenean Faunal Province. *Facies*, **21**: 99-134, láms. 21-29.
- Hottinger, L. y Rosell, J. 1973. El Cretácico superior del Montsec. *XIII Coloq. Europeo Micropaleont.*, España: 61-73.
- Martín-Closas, C. 2000. *Els caròfits del Juràssic i el Cretaci inferior de la Península Ibèrica*. Inst. Est. Catalans, Arxius sec. ciènc., **125**: 1-304.
- Masriera, A. et Ullastre, J. 1981. Contribution des minéraux lourds à la lithostratigraphie du Crétacé terminal des Pyrénées catalanes et quelques conséquences paléogéographiques et tectoniques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, série II, **293**: 179-182.
- Masriera, A. y Ullastre, J. 1982. Hipótesis y problemas acerca del origen de las asociaciones de minerales pesados del Senoniense del Pirineo catalán. *Cuad. Geol. Ibérica*, **8**: 949-963.
- Masriera, A. et Ullastre, J. 1983. Essai de synthèse stratigraphique des couches continentales de la fin du Crétacé des Pyrénées catalanes (NE de l'Espagne). *Géologie Méditerranéenne*, **10** (3-4): 283-290.
- Masriera, A. y Ullastre, J. 1988. Nuevos datos sobre las capas maestrichtienses con Septorella: su presencia al norte del Montsec (Pirineo catalán). *Acta Geol. Hispànica*, **23** (1): 71-77.
- Masriera, A. y Ullastre, J. 1990. Yacimientos inéditos de Carófitas que contribuyen a fijar el límite Cretácico-Terciario en el Pirineo catalán. *Rev. Soc. Geol. España*, **3** (1-2): 33-41.
- Neumann, M. 1972. A propos des Orbitoïdés du Crétacé supérieur et de leur signification stratigraphique. I - genre Orbitoides d'Orbigny (1847). *Rev. de Micropaléont.*, **14** (4): 197-226.

- Neumann, M. 1980. Campanien in Les étages français et leurs stratotypes. *Mémoire du B.R.G.M.*, **109**: 161-170.
- Peybernès, B. 1976. *Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées franco-espagnoles entre la Garonne et la Méditerranée*. Thèse Doct. Sci. Nat., Toulouse: 1-459.
- Philip, J. et Bilotte, M. 1983. Les Rudistes du Sénonien de la France. Précisions stratigraphiques sur le Dordonnien. *Géologie Méditerranéenne*, **10** (3-4): 183-192.
- Reichel, M. 1936. Étude sur les Alvéolines, 1er fasc. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, **57**: 1-93, 9 lams, 16 figs.
- Rosell, J. 1963. Sobre la existencia de la discordancia prececnomaniense en el Prepirineo de la provincia de Lérida. *Notas y Com. Inst. Geol. y Min. España*, **72**: 71-80.
- Rosell, J. 1967. Estudio geológico del sector del Prepirineo comprendido entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana (Provincia de Lérida). *Pirineos* (1965), **75-78**: 1-225, 1 mapa.
- Roure, F. et Choukroune, P. 1992. Apports des données sismiques Ecors à la géologie pyrénéenne: structure crustale et évolution des Pyrénées in "*Proyecto hispano-francés Ecors-Pirineos*", Madrid: 63-79.
- Schaub, H. 1981. Nummulites et Assilines de la Téthys paléogène. Taxinomie, phylogénèse et biostratigraphie. *Mém Suisses Paléont.*, **104-105-106**: 1-238, 18 tables, 116 figs., 97 lams.
- Schlumberger, M. Ch. 1902. Deuxième note sur les Orbitoides. *Bull. Soc. géol. France*, 4^e série, **2**: 255-261, 3 lams.
- Schroeder, R. 1973. El corte de Aulet (Prov. de Huesca) evolución de las orbitolinas en el límite del Cretáceo inferior-superior. *XIII Coloq. Europeo Micropaleont.*, España: 129-137.
- Schroeder, R., Clavel, B., Conrad, M.A., Zaninetti, L., Busnardo, R., Charollais, J. & Cherchi, A. 2000. Correlations biostratigraphiques entre la coupe d'Organyà (Pyrénées Catalanes, NE de l'Espagne) et le Sud-Est de la France pour l'intervalle Valanginien-Aptien. *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **9**: 5-41.
- Séguret, M. 1972. *Étude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées*. Publ. Ustela. Thèse Doct. Sci., Montpellier, série Géol. struct., **2**: 1-162, 12 lams., 3 mapes.
- Serra-Kiel, J. Hottinger, L., Caus, E., Drobne, K., Ferrández, C., Jauhri, A.K., Less, G., Pavlovec, R., Pignatti, J., Samsó, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Strongo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J. and Zakrevskaya, E. 1998. Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bull. Soc. géol. France*, **169** (2): 281-299.

- Solé-Sugrañes, L. 1972. Nota sobre una discordancia en el Eoceno medio del Prepirineo oriental. *Acta Geol. Hispánica*, **7** (1): 1-6.
- Solé-Sugrañes, L. y Clavell, E. 1973. Nota sobre la edad y posición tectónica de los conglomerados eocenos de Queralt (Prepirineo oriental, prov. de Barcelona). *Acta Geol. Hispánica*, **8** (1): 1-6.
- Souquet, P. 1967. *Le Crétacé supérieur sud-pyrénéen en Catalogne, Aragón et Navarre*. Publ. Lab. Géol. Un. Toulouse: 1-529, 24 lams., 1 mapa.
- Souquet, P., Peybernès, B., Bilotte, M. et Debroas, E.J. 1977. La chaîne alpine des Pyrénées. *Géol. Alpine*, **53**: 193-216, 4 lams.
- Ullastre, J. 1998a. Boceto para un mapa geológico detallado del frente del Montsec (Pirineo catalano-aragonés, España). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **7**: 175-186, 6 lams.
- Ullastre, J. 1998b. Réplica a la publicación de cierto juicio estratigráfico relacionado con las bauxitas de la sierra de Boada (Alòs de Balaguer, Pirineo leridano). *Geogaceta*, **23**: 155-156.
- Ullastre, J., Durand-Delga, M. y Masriera, A. 1987. Argumentos para establecer la estructura del sector del pico de Pedraforca a partir del análisis comparativo del Cretácico de este macizo con el de la región de Sallent (Pirineo catalán). *Bol. Geol. y Min. España*, **98** (1): 3-22.
- Ullastre, J., Durand-Delga, M. y Masriera, A. 1990. Relaciones tectónicas y sedimentarias entre la serie del Cadí y la zona del Pedraforca (Pirineo catalán). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **1**: 163-207.
- Ullastre, J. et Masriera, A. 1983. Le passage Crétacé-Tertiaire dans les régions sud-pyrénéennes de la Catalogne: données nouvelles. *Géologie Méditerranéenne*, **10** (3-4): 277-281.
- Ullastre, J. y Masriera, A. 1989. Discusión de algunas apreciaciones estratigráficas relativas al "Cretácico superior de la Vall d'Alinyà" (Pirineo oriental, Lérida). *Acta Geol. Hispánica*, **24** (1): 55-58.
- Ullastre, J. et Masriera, A. 1992. L'accident frontal du Montsec (Pyrénées catalano-aragonaises, Espagne): sa signification et ses multiples jeux. *C.R. Acad. Sci. Paris, série II*, **315**: 579-586.
- Ullastre, J. y Masriera, A. 1995. El Mesozoico de Artesa de Segre: precisiones estratigráficas y análisis tectónico-sedimentario del "frente" sudpirenaico entre Artesa y Camarasa (Pirineo catalán, España). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **4**: 181-209.
- Ullastre, J. y Masriera, A. 1996. Evolución tectónica de las unidades sudpirenaicas al W y al E de la línea de accidentes del Segre (Pirineo catalán, España). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **5**: 213-253.

-
- Ullastre, J. y Masriera, A. 1998. Nuevas aportaciones al conocimiento estratigráfico del Paleoceno continental del Pirineo catalán (España). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **7**: 95-128.
- Ullastre, J. y Masriera, A. 1999. Análisis estratigráfico del Paleógeno del sinclinal de Tragó de Noguera: su importancia en la geología regional (Pirineo catalano-aragonés, España). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **8**: 85-111.
- Ullastre, J. i Masriera, A. 2000. Noves dades sobre les relacions paleogeogràfiques del massís del Port del Comte amb les Serres marginals sud-pirinenques (Pirineu català, Espanya). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **9**: 155-165.
- Wannier, M. 1983. Évolution, biostratigraphie et systematique des *Siderolitinae* (Foraminifères). *Rev. Española Micropaleont.*, **15** (1): 5-37
- Zwart, H.J. 1979. The geology of the central Pyrenees. *Leidse geol. Mededelingen*, **50** (1): 1-74, 19 làms. amb mapes i talls geològics.