

## 5. SÍNTESE I CONCLUSIONS FINALS

### 5.1. SÍNTESE

En aquesta tesi s'han estudiat sediments d'edat entre l'Oligocè superior i el Miocè mitjà que estan en relació amb la formació de les Serralades Costaneres Catalanes (SCC). Els sediments d'edat oligocena (Catià de Montgat) es van formar en un context compressiu, quan les SCC encavalcaven vers la Conca de l'Ebre, probablement com a part integrant d'una conca de tipus *piggy back*. Els sediments d'edat miocè inferior i mig es van formar en un context distensiu, reomplint dues de les conques de tipus *semigraben* que provocaren el col·lapse de gran part de les SCC i la formació del Solc de València. Concretament, els sediments més basals del Miocè inferior (Aquitanià? i Burdigalià inferior del Vallès) pertanyen a l'etapa de *syn-rift* miocena i la resta de sediments del Miocè inferior i mitjà (Burdigalià superior-Languià del Vallès i Languià?-Serraval·lià de Montjuïc) pertanyen a l'etapa de *post-rift*.

El Catià de Montgat (Fig. 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 i 2.8) i el Burdigalià del Vallès (Fig. 3.1, 3.2, 3.3 i 3.4) són formats per sediments detrítics continentals dipositats en ambients de ventalls al·luvials, mentre que el Serraval·lià de Montjuïc (Fig. 4.3, 4.4 i 4.5) és constituït per sediments detrítics en un ambient deltaic.

#### 5.1.1. Petrologia

Petrològicament, els principals components detrítics observats als gresos són: no carbonàtics extraconcal (NCE), carbonàtics extraconcal (CE) i carbonàtics intraconcal (CI).

Els NCE són quars (monocristal·lí, policristal·lí i en fragments de roca plutònica), feldspats (en les mateixes tipologies que el quars i, gairebé sempre, dominant el feldspat potàssic sobre la plagiòclasi) i fragments de roca metamòrfica de baix grau, els CE són fragments de roca carbonàtica calcítics i dolomítics en diferents tipologies i els CI són bioclasts, presents a Montjuïc i al sostre de la sèrie del Vallès, i oncòlits que només es troben als gresos de Montgat.

Els gresos del Catià de Montgat, són de dos tipus (Fig. 2.13 i 2.18): (i) litarenites amb alts percentatges de quars, feldspat, fragments de roca plutònica i fragments de roca carbonàtica i; (ii) calcilitarenites amb percentatges elevats de fragments de roca carbonàtica dolosparítica i dolmicrítica.

Els gresos del Burdigalià del Vallès són litarenites (Fig. 3.14 i 3.19) que, a la part basal, presenten una composició variable però, en general, contenen fragments de roca metamòrfica, quars i continguts molt variables de fragments de roca carbonàtica i a la part alta de la sèrie, contenen un alt percentatge de quars, hi continuen havent fragments de roca metamòrfica i carbonàtica i apareixen feldspats (feldspat potàssic i plagiòclasi), miques (essencialment biotita) i bioclasts al sostre de la sèrie.

Els gresos del Serraval·lià de Montjuïc són litarenites i sublitarenites (Fig. 4.6 i 4.12) amb quars, fragments de roca plutònics i metamòrfics i feldspats, sobretot potàssics, mentre que la plagiòclasi es troba en petits percentatges a la part superior de la sèrie.

Per altra banda, els principals minerals autigènics observats en aquests gresos són la calcita, el quars (a més de les altres varietats menys cristal·lines de la sílice) i el feldspat potàssic. En petits percentatges també hi ha òxids de ferro, argiles, baritina i alunita. La majoria d'aquests minerals ocupen la porositat intergranular primària dels gresos, excepte les argiles que reemplacen als feldspats de l'esquelet i el microquars/òpal que reemplaça la matriu original dels gresos de Montjuïc.

Al Catià de Montgat, el principal ciment és la calcita la qual és de tres tipus (Taula 2.5). La primera és oncolítica i forma envoltos dels grans, les altres dues són esparítics, l'una és pobra en elements traça i ocupa la porositat intergranular i l'altra té un contingut elevat de Mn i ocupa porositat secundària generada per fractura.

Al Burdigalià del Vallès, la cimentació també es fa per precipitació de calcita esparítica a la porositat intergranular dels gresos, la qual pot ser de tres tipus (Taula 3.8). Una pobra en elements traça, una altra rica en Mn i una darrera rica en Fe i amb continguts variables de Mn.

Finalment, els gresos de Montjuïc són els que presenten més diversitat de mineralogies autigèniques (Fig. 4.9). Els principals minerals autigènics són el quars i el feldspat potàssic, els quals han cimentat d'una manera massiva la majoria de gresos de Montjuïc. El feldspat forma sobrecreixements al voltant dels grans detrítics de la mateixa mineralogia i el quars, a més de precipitar com a sobrecreixement, reemplaça la matriu original dels gresos en la seva varietat microcristal·lina. La calcita precipita a la porositat intergranular dels gresos, formant nòduls de cimentació en algunes parts de la sèrie (Fig. 4.5.C).

Respecte als trams lutítics de les sèries de Montgat, del Vallès i de Montjuïc, aquests estan formats per un alt percentatge de minerals de les argiles (entre un 30 i un 50 %) i altres minerals en quantitats variables (quars, calcita, dolomita, feldspat i hematites).

El Catià de Montgat conté alts percentatges d'il·lita, de clorita i d'interstratificats irregulars d'il·lita-esmectita i de clorita-esmectita (Fig. 2.17). S'ha interpretat que la il·lita i la

clorita són d'origen detrític, mentre que els elevats percentatges d'interestratificats irregulars són deguts a un procés de diagènesi superficial esdevingut en un ambient lacustre-palustre.

El Burdigalià del Vallès és format per il·lita, clorita i quantitats menors de caolinita i clorita-esmectita a la part baixa de la sèrie i per esmectita, il·lita i quantitats menors de clorita, caolinita, il·lita-esmectita i clorita-esmectita a la part alta de la sèrie (Fig. 3.26). Tots aquests minerals han estat interpretats com a detrítics, l'aparició d'esmectita a la part alta de la sèrie s'interpreta com el producte de l'erosió dels materials paleogens de la Serralada Prelitoral.

El Serraval·lià de Montjuïc és constituït majoritàriament per il·lita i quantitats menors de clorita-esmectita i clorita (Fig. 4.11), tots ells d'origen detrític.

El baix percentatge d'interestratificats irregulars d'origen diagenètic al Burdigalià del Vallès i al Serraval·lià de Montjuïc probablement té relació amb l'elevada taxa de sedimentació de les conques de tipus *semigraben* on s'han sedimentat, la qual hauria impedit la diagènesi superficial dels minerals de l'argila.

### 5.1.2. Procedència

L'anàlisi de procedència dels gresos de les tres àrees estudiades en aquesta tesi indica que aquests sediments tenien l'àrea font situada a l'actual Serralada Litoral, concretament, al massís de Collserola i, en part, als extrems més propers dels massissos de Garraf i Montnegre. L'excepció ve donada per la part superior de la sèrie del Burdigalià del Vallès, els sediments de la qual tenien l'àrea font situada a la part oriental de la Serralada Prelitoral on s'arribaven a erosionar els sediments paleogens de la conca de l'Ebre.

Durant el Catià (Fig. 2.25), els relleus existents entre els actuals massissos de Collserola i de Montnegre eren formats per roques paleozoiques i mesozoiques en la típica disposició de sòcol i cobertura respectivament. El sòcol paleozoic estava majoritàriament constituït per granitoides tardihercinians, roques metamòrfiques de baix grau del Silurià i del Cambroordovicià i dolomies del Devonià i la cobertura mesozoica era formada per roques triàsiques (gresos del *Buntsandstein* i del *Muschelkalk*, dolmicrites del *Muschelkalk* i, probablement, evaporites del *Keuper*), juràsiques (doloparites amb fantasmes d'oolits) i cretàiques (doloparites i grainstones-wackestones bioclàstics del Barremià-Aptià).

Al Burdigalià inferior (Fig. 3.28), els relleus situats al NW de l'actual massís de Collserola i al NE del massís del Garraf encara eren formats per roques paleozoiques i mesozoiques. El sòcol paleozoic era constituït sobretot per roques metamòrfiques de baix grau del Cambroordovicià i la cobertura mesozoica comprenia materials del Triàsic, Juràssic i Cretaci constituïts tots ells per les mateixes litologies citades anteriorment.

Des del Burdigalià superior en endavant, l'àrea del massís de Collserola ja era litològicament molt similar a la seva actual constitució, de manera que era formada essencialment per roques paleozoiques i algunes restes de Triàsic en fàcies *Buntsandstein* (Fig. 3.29). A partir del Serraval·lià, el massís de Collserola ja era constituït en la seva totalitat per roques metamòrfiques de baix grau del Cambroordovicià i del Carbonífer, granitoides i porfiroïdes tardihercinians (Fig. 4.16). Així, el desmantellament de la cobertura mesozoica del massís de Collserola esdevingué principalment al Burdigalià inferior i, com a molt, prosseguí fins al Languià, ja que al Serraval·lià de Montjuïc no hi ha fragments de roca carbonàtics del Mesozoic.

En aquells gresos amb una àrea font granítica (amb presència de feldspats i miques a l'esquelet), el baix percentatge de plagiòclasi (baixa relació P/K) i mica indica que,

probablement, es nodrien d'un mantell d'alteració ben desenvolupat (Fig. 3.23 i 4.14). Aquest mantell ha estat identificat com el que es troba al llarg de les SCC a la discordança entre el Paleozoic i el Mesozoic i que encara és observable a l'aflorament de la Mina Berta (Fig. 3.11) i del Puig Madrona (al NW de Collserola). L'erosió d'aquest paleomantell d'alteració pretriàsic ve afavorida, en el cas dels gresos de Montjuïc, pel desmantellament de la cobertora mesozoica esdevingut entre el Burdigalià i el Languià. L'erosió massiva d'aquest perfil i del *Buntsandstein* foren, en gran part, els responsables del color vermell de tots els sediments del Burdigalià del Vallès (Fig. 3.15).

Com a puntualització, tot i que no han estat tractats en aquesta memòria, també s'han estudiat els materials miocens dels turons de l'Hospital i de Carig, situats entre Badalona i St. Coloma de Gramenet (Fig. 1.5). El fet que els conglomerats que formen aquests turons no continguin cap clast d'origen mesozoic fa pensar que, probablement, la sedimentació d'aquests materials esdevingué amb posterioritat al Languià.

### 5.1.3. Diàgènesi

Quan a la diàgènesi, es fa difícil d'interrelacionar les tres àrees d'estudi. Cadascuna d'elles ha sofert la seva pròpia història diagenètica, la qual s'ha vist condicionada per la composició de l'àrea font i dels mateixos gresos, per la història tectònica, per l'ambient de sedimentació i pels tipus de fluids que han circulat a través de la roca entre altres factors. L'únic fenomen comú a totes tres àrees d'estudi és una cimentació primerenca de calcita relacionada amb la circulació de fluids meteòrics superficials.

Als gresos catians de Montgat no han patit un enterrament profund, tot i així, tenen una elevada compactació deguda a una etapa de deformació per tectònica compressiva (Fig. 2.26). Pel que respecta a la cimentació, és majoritàriament calcítica i es subdivideix en tres etapes (Fig. 2.28). Una primera etapa de cimentació oncolítica degut a l'acció de cianobactèries durant el transport del sediment, una segona etapa de cimentació de calcita a la porositat intergranular per la circulació de fluids meteòrics superficials i una darrera etapa, esdevinguda durant la fracturació de la roca, caracteritzada per una cimentació per calcita a partir de fluids d'origen meteòric, amb un cert temps de residència a la roca, que circulaven a través de les fractures de la roca.

Als gresos del Burdigalià del Vallès l'enterrament també ha estat escàs (Fig. 3.30). Pel que fa a la cimentació, se n'ha distingit una sola etapa lligada a la precipitació de calcita a partir de la circulació de fluids meteòrics, més o menys superficials, a través del sediment. Tot i així, el quimisme d'aquests fluids (i indirectament de la calcita precipitant) fou afectat per l'ambient de sedimentació de l'encaixant (Fig. 3.36 i 3.37). Així, a les parts proximals dels ventalls al·luvials burdigalians els fluids eren molt oxidants i precipitaren una calcita pobra en soluts. A les parts mitges-distals dels ventalls el temps de residència dels fluids meteòrics era superior i aquests prenien un caràcter menys oxidant precipitant una calcita rica en Mn. En darrer terme, a les parts més distals dels ventalls al·luvials, caracteritzats per l'existència d'ambients lacustres amb fluids reductors, la calcita precipitava enriquida en Fe i Mn. Per les seves característiques petrològiques i geoquímiques, la calcita precipitada a la porositat intergranular dels gresos és la mateixa que ha precipitat a les fractures de la part proximal dels ventalls al·luvials, la qual cosa indica que el fluid que circulava a través de les fractures també ho feia de manera general a través del sediment. Aquesta calcita en fractures és anterior al Serraval·lià (Travé i Calvet, 2001), paral·lelament es pot afirmar que la cimentació dels gresos del Burdigalià del Vallès ha esdevingut principalment abans del Serraval·lià.

Per últim, els gresos serraval·lians de Montjuïc són els que han patit una diagènesi més peculiar. No s'hi aprecien textures indicatives de compactació, això es pot deure a que els sediments no han sofert un enterrament notable o bé a una forta cimentació de caràcter primerenc (Fig. 4.17). Pel que respecta a la cimentació, aquesta ha esdevingut en tres etapes principals, una primera etapa de cimentació per nòduls de calcita a partir de fluids meteòrics. Una segona etapa en la qual hi ha hagut una forta silicificació de gairebé tots els gresos de la sèrie (Fig. 4.21 i 4.22) sota condicions de circulació de nivells freàtics amb un quimisme fortament àcid ( $\text{pH} \leq 4$ ) i oxidant (Fig. 4.24), sense que es pugui clarificar quina és la natura exacta del/s fluid/s que causa/en aquesta silicificació. I una darrera etapa de cimentació per calcita deguda, igual que la primera etapa, a la circulació de fluids meteòrics.

Per què és tant diferent la diagènesi dels sediments de Montjuïc respecte als altres afloraments estudiats? És difícil trobar una resposta clara, però en tot cas, sembla que la presència de pirita en el sediment (responsable de l'acidificació del medi) i la possible relació amb fluids amb una relativa salinitat (fluids marins?) són les dues principals causes de la silicificació massiva de la muntanya de Montjuïc.



## 5.2. CONCLUSIONS FINALS

Després de l'estudi detallat dels materials del Catià de Montgat, del Burdigalià del Vallès i del Serraval·lià de Montjuïc, es poden identificar tres etapes en l'evolució de l'àrea font, les quals es poden relacionar amb l'evolució tectono-sedimentària d'aquesta zona i, al mateix temps, amb la dinàmica dels fluids establerta durant la diagènesi dels sediments estudiats:

- 1- A l'Oligocè superior, hi havia una cobertura mesozoica que recobria els massissos del Garraf, de Collserola i la part més meridional del massís del Montnegre. Aquest fet s'adiu amb l'etapa de *pre-rift* donada per aquesta època dins del context d'evolució tectono-sedimentària del marge català del Solc de València. A més, això concorda amb la darrera fase de cimentació dels gresos de Montgat, la qual esdevingué en relació amb fluids que circularen preferentment a través de fractures en un context de deformació compressiva.
- 2- Al Burdigalià inferior, la formació de les fosses del Vallès i de Barcelona, provocà una forta erosió del massís de Collserola. Aquesta forta erosió promogué la desaparició, pràcticament en la seva totalitat, de la cobertura mesozoica del massís de Collserola i, probablement, del massís del Montnegre. Aquest esdeveniment concorda amb l'etapa de *syn-rift* donada per aquesta època dins del context d'evolució tectono-sedimentària del marge català del Solc de València. Per altra banda, l'entrada de fluids meteòrics que circularen de manera general a través dels sediments del Burdigalià inferior del Vallès i que en causaren la seva cimentació està en consonància amb aquesta situació.
- 3- A partir del Burdigalià superior només es registra l'erosió del sòcol paleozoic del massís de Collserola i, probablement, dels perfils d'alteració permians que l'afectaven al contacte entre aquest i la cobertura mesozoica, mentre que, a la Serralada Prelitoral, s'erosionava la cobertura mesozoica i començaven a erosionar-se els materials paleògens de la conca de l'Ebre. Aquesta situació s'adiu amb l'etapa de *post-rift* donada per aquesta època dins del context d'evolució tectono-sedimentària del marge català del Solc de València. Al igual que en l'etapa anterior, en aquest període la cimentació es feu per fluids que circularen de manera general a través del sediment i que causaren la cimentació del Burdigalià superior-Languià del Vallès (fluids meteòrics) i la silicificació de Montjuïc (fluids indeterminats).





### 5.3. TEMES A APROFUNDIR

Un cop finalitzat aquest estudi i segons la meua opinió personal, aquestes són les principals línies de recerca que es podrien seguir en un futur (proper o llunyà...):

- 1- Realitzar un estudi de petrologia i diagènesi de la resta de conques miocenes de les Serralades Costaneres Catalanes.
- 2- Fer l'anàlisi de *fission tracks* del Paleozoic de les Serralades Costaneres Catalanes per aclarir la seva evolució des del Permià fins a l'actualitat. En aquest sentit, s'està realitzant una tesi doctoral, en el marc de la qual ha aparegut ja una publicació (Juez-Larré i Andriessen, 2002).
- 3- Fer un estudi detallat de l'extensió i de la petrologia dels perfils d'alteració meteòrics desenvolupats durant la formació de la discordança pre-triàsica.
- 4- Realitzar anàlisis d'inclusions fluides i d'isòtops estables de C i O (puntuals mitjançant una microsonda iònica) als ciments de calcita tractats en aquest estudi.
- 5- Ampliar l'estudi geoquímic de les silicificacions de Montjuïc (isòtops d'oxigen al quars i inclusions fluides als ciments de quars, de baritina, de feldspat...).
- 6- Ampliar l'estudi de la geoquímica dels carbonats intraconcals de Montgat.
- 7- Realitzar un estudi de la geoquímica dels carbonats intraconcals del Burdigalià del Vallès.

