

4.4. PROCEDÈNCIA DELS COMPONENTS DETRÍTICS

L'estudi de la procedència consisteix en l'anàlisi dels components extraconicals detrítics del gres i de les seves variacions al llarg de la sèrie, amb l'objectiu de caracteritzar el tipus d'àrea font i la seva evolució al llarg del temps. Tot i que l'ambient tectònic i la litologia de l'àrea font exerceixen un fort control sobre la composició dels gresos, el clima, el transport i l'ambient deposicional són factors que també influeixen la composició original d'aquests. A més, els processos diagenètics poden modificar fortament la composició detrítica original.

Per realitzar un anàlisi de procedència cal quantificar acuradament els components detrítics (Zuffa, 1985). Tanmateix sovint no es tenen en compte els canvis diagenètics en la composició de l'esquelet (McBride, 1985; De Ros *et al.*, 1994), en alguns casos, aquestes modificacions són despreciables, però, en el cas dels gresos de Montjuïc, la forta diagènesi soferta per aquests ha causat modificacions importants de la composició de l'esquelet original. Per reconstruir les composicions detrítiques originals i per valorar les interaccions entre l'esquelet i els processos diagenètics, s'han quantificat separadament els minerals diagenètics que reemplacen grans de l'esquelet. La utilització de diferents diagrames de projecció triangular ajuda a visualitzar les característiques composicionals dels gresos i l'evolució d'aquestes al llarg de la sèrie.

4.4.1. Litologia original dels components detrítics

L'esquelet dels gresos de Montjuïc és compostat per diversos components d'origen detrític extraconical, que deriven de les diferents litologies presents a l'àrea font. En aquest apartat no s'ha analitzat la Unitat de Miramar degut a que la fracció arenosa hi és pràcticament absent.

Els grans de quars (mineral molt resistent a l'acció dels agents meteòrics), són sempre molt abundants. La majoria de grans de quars són monocristal·lins. Els grans policristal·lins també són importants i s'hi distingeixen els grollers (cristalls > 0,062 mm), els fins (cristalls entre 0,062 mm i 0,02 mm), els formats en venes de segregació i els grans de quars microcristal·lí o chert (cristalls < 0,02 mm). El quars monocristal·lí té extinció recta, és d'origen plutònic i pot provenir de l'erosió de granitoides o de pòrfirs granítics (de vegades els grans de quars monocristal·lí presenten hàbit ameboidal). El quars policristal·lí groller pot ser d'origen plutònic si els cristalls tenen extinció recta o d'origen metamòrfic quan els cristalls tenen extinció ondulant i als contactes entre ells es desenvolupen subgrans de quars. El quars policristal·lí fi s'origina per l'erosió de quarsites metamòrfiques i el chert pot provenir de quarsites criptocristal·lins i de lidites.

Els grans de feldspat són majoritàriament de composició potàssica, la plagiòclasi apareix només a la Unitat del Castell i del Mirador, però sempre és menys abundant que el feldspat potàssic. El feldspat és d'origen plutònic, prové de granitoides i pòrfirs granítics, encara que la plagiòclasi també pot venir de l'erosió de fenocristalls de roques metavolcàniques.

Els fragments de roca donen una informació directa sobre la litologia de l'àrea font. En el cas dels gresos de Montjuïc els fragments de roca són essencialment plutònics i metamòrfics. A la majoria de gresos hi dominen els fragments de roca plutònics excepte a les granulometries fines, on s'acumulen els fragments de roca metamòrfics (Fig. 4.7). Els fragments plutònics són de granitoides amb textures hipidiomorfes, d'aplites i pegmatites (textures gràfiques de quars i feldspat potàssic) i de pòrfirs granítics amb textures porfíriques i fenocristalls de quars o feldspat. Els fragments metamòrfics són sobretot de baix grau (fil·lites), els quals poden ser

Taula 4.9.- Categories que han estat comptabilitzades en els diferents diagrames ternaris utilitzats. Cadascun dels abreujaments està explicat més endavant conjuntament amb el diagrama ternari corresponent.

| COMPONENTS ESQUELET | Tipus de diagrama ternari | | | |
|-------------------------------|---------------------------|-----|------|--------|
| | QFFr | QFM | QtKP | LpLmLs |
| Quars detrític | | | | |
| Q monocristal·li | Q | Q | Qt | |
| Q policristal·li groller | Q | Q | Qt | |
| Q policristal·li fi | Q | Q | Qt | |
| Q en F.R. granític | Fr | F | Qt | Lp |
| Q en F.R. aplític | Fr | F | Qt | Lp |
| Q en F.R. pegmatític | Fr | F | Qt | Lp |
| Q en F.R. porfíric | Fr | F | Qt | Lp |
| Q en fil·lita | Fr | M | Qt | Lm |
| Q en esquist | Fr | M | Qt | Lm |
| Feldspat K detrític | | | | |
| Ortosa | F | F | K | |
| Microclina | F | F | K | |
| FK policristal·li | F | F | K | |
| FK en F.R. granític | Fr | F | K | Lp |
| FK en F.R. aplític | Fr | F | K | Lp |
| FK en F.R. pegmatític | Fr | F | K | Lp |
| FK en F.R. porfíric | Fr | F | K | Lp |
| Plagiòclasi detrítica | | | | |
| Plagiòclasi | F | F | P | |
| P en F.R. granític | Fr | F | P | Lp |
| P en F.R. porfíric | Fr | F | P | Lp |
| Lítics fins | | | | |
| Chert | Q | Q | Qt | Ls |
| Radiolarita | Q | Q | Qt | Ls |
| F.R. aplític | Fr | F | | Lp |
| Pòrfir amb Feldspat K | Fr | F | | Lp |
| Pòrfir amb Plagiòclasi | Fr | F | | Lp |
| Fil·lita micàcia | Fr | M | | Lm |
| Fil·lita silicea | Fr | M | | Lm |
| Esquist | Fr | M | | Lm |
| F.R. metavolcànic | Fr | M | | Lm |
| F.R. siltític | Fr | | | Ls |
| Accessoris detrítics | | | | |
| Biotita | | M | | |
| Biotita oxidada | | M | | |
| Biotita en F.R. plut. | Fr | F | | Lp |
| Moscovita | | M | | |
| Moscovita en F.R. plut. | Fr | F | | Lp |
| Clorita | | M | | |
| Diagenètic total | | | | |
| Pseudomatriu en Fil·lita | | M | | Lm |
| Cc en gra de Q | | Q | Qt | |
| Cc en gra de FK | | F | K | |
| Cc en F.R. | | M | | |
| Ciment de Q en FK | | F | K | |
| Ciment de FK en gra de FK | | F | K | |
| Il·lita intergranular | | F | K | |
| Il·lita en FK | | F | K | |
| Il·lita en FK en F.R. plut. | | F | K | Lp |
| Caolinita en FK | | F | K | |
| Caolinita en FK en F.R. plut. | | F | K | Lp |
| Sericita en plagiòclasi | | F | P | |
| Òxids de Fe en Q | | Q | Qt | |
| FeO en fil·lita | | M | | Lm |
| FeO en mica | | M | | |
| FeO en FK | | F | K | |
| FeO en FK en F.R. plut. | | F | K | Lp |
| Porositat | | | | |
| Intragranular en FK | | F | K | |
| Intra. en FK en R.F. plut. | | F | K | Lp |
| Intra. en plagiòclasi | | F | P | |
| Intra en F.R. | | M | | |

pobres o rics en quars (fil·lites micàcies i fil·lites silícies, respectivament). Hi ha alguns fragments esquistosos i, molt puntualment, s'han trobat fragments metavolcànics.

Pel que fa als components detrítics accessoris extraconicals, aquests són moscovita, biotita, clorita, zircó i turmalina. Aquests components deriven, majoritàriament, de roques ígnies plutòniques. Concretament, la biotita i la moscovita dels granitoides, aplites i pegmatites; la clorita, de l'alteració d'aquestes mateixes miques a l'àrea font; el zircó i la turmalina poden venir de l'erosió dels granitoides i de les pegmatites. Tots aquests minerals accessoris també són abundants a les roques metamòrfiques, però difícilment subministraran grans de mida sorra i es trobaran als sediments de granulometria més fina (llims i lutites).

Els minerals de l'argila presents a les capes lutítiques i a la matriu siliciclàstica original dels gresos provenen essencialment de la desagregació de les roques de l'àrea font. La il·lita pot provenir de l'erosió de fil·lites i de roques plutòniques alterades, la clorita prové sobretot de l'erosió de fil·lites, mentre que els interestratificats de clorita-esmectita també poden provenir de l'àrea font o bé ser un producte d'alteració edàfica *in situ*.

4.4.2. Anàlisi modal dels components detrítics

Per analitzar les evolucions i tendències en la procedència al llarg de la sèrie s'han utilitzat diagrames de projecció triangular. Alguns d'ells s'han utilitzat clàssicament per caracteritzar composicionalment els gresos, mentre que d'altres s'han utilitzat per a la interpretació genètica d'aquests, relacionant àrees composicionals amb un determinat ambient geotectònic.

Taula 4.10.- Percentatges de les diferents categories de

| Triangles | QFFr | | | QFM | | | QtKP | | | LpLmLs | | |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|
| | Q | F | Fr | Q | F | M | Qt | K | P | Lp | Lm | Ls |
| Unitat del Morrot | | | | | | | | | | | | |
| FMR-1 (1) | 49,4 | 14,9 | 35,7 | 43,8 | 43,8 | 12,4 | 63,3 | 36,7 | 0,0 | 61,3 | 34,9 | 3,8 |
| FMR-3 (2) | 46,7 | 13,0 | 40,3 | 39,9 | 49,3 | 10,8 | 66,3 | 33,7 | 0,0 | 70,0 | 29,2 | 0,8 |
| FMR-21 (3) | 55,1 | 17,2 | 27,6 | 51,2 | 36,1 | 12,8 | 72,2 | 27,8 | 0,0 | 50,1 | 41,6 | 8,3 |
| FMR-27 (4) | 46,5 | 18,8 | 34,7 | 40,5 | 37,5 | 22,1 | 60,6 | 39,4 | 0,0 | 36,5 | 60,9 | 2,6 |
| FMR-33 (5) | 59,1 | 12,8 | 28,0 | 54,3 | 31,0 | 14,7 | 74,9 | 25,1 | 0,0 | 41,4 | 47,0 | 11,6 |
| FMM-9 (6) | 45,9 | 18,1 | 36,0 | 39,6 | 22,2 | 38,1 | 65,0 | 35,0 | 0,0 | 10,2 | 86,2 | 3,6 |
| Unitat del Castell | | | | | | | | | | | | |
| FMM-17 (1) | 50,5 | 22,8 | 26,6 | 51,2 | 23,3 | 25,6 | 68,7 | 31,3 | 0,0 | 7,0 | 85,9 | 7,0 |
| FMM-18 (2) | 54,2 | 15,4 | 30,4 | 50,2 | 19,7 | 30,1 | 72,4 | 27,6 | 0,0 | 5,0 | 83,9 | 11,1 |
| FMM-23 (3) | 61,1 | 15,8 | 23,1 | 55,5 | 21,3 | 23,3 | 75,8 | 24,2 | 0,0 | 9,4 | 81,3 | 9,4 |
| FMM-27B (4) | 48,1 | 15,0 | 36,8 | 44,3 | 50,3 | 5,4 | 69,5 | 26,2 | 4,3 | 83,5 | 14,9 | 1,6 |
| FMM-30 (5) | 65,4 | 12,5 | 22,1 | 55,2 | 27,3 | 17,5 | 79,2 | 20,5 | 0,4 | 48,0 | 49,3 | 2,7 |
| FMM-32 (6) | 45,8 | 16,9 | 37,3 | 42,6 | 46,3 | 11,1 | 66,2 | 16,7 | 17,0 | 69,1 | 30,0 | 0,8 |
| FMJ-1 (7) | 63,7 | 21,8 | 14,4 | 57,2 | 31,9 | 11,0 | 66,4 | 19,5 | 14,0 | 15,3 | 63,5 | 21,2 |
| FMJ-5 (8) | 44,1 | 10,7 | 45,2 | 41,7 | 44,5 | 13,8 | 73,3 | 17,0 | 9,6 | 67,2 | 29,0 | 3,7 |
| FMJ-9 (9) | 62,0 | 3,3 | 34,7 | 52,8 | 28,4 | 18,8 | 81,1 | 16,4 | 2,5 | 52,9 | 36,8 | 10,3 |
| Unitat del Mirador | | | | | | | | | | | | |
| FMJ-15 (1) | 55,8 | 15,6 | 28,7 | 48,0 | 40,1 | 11,8 | 67,7 | 31,7 | 0,6 | 72,5 | 27,5 | 0,0 |
| FMP-12 (2) | 55,6 | 3,6 | 40,8 | 54,0 | 20,8 | 25,3 | 89,8 | 10,2 | 0,0 | 34,3 | 59,0 | 6,7 |

Independentment de la utilització clàssica de cada diagrama, s'han projectat les dades agrupant-les segons les diferents unitats de la sèrie miocena de Montjuïc. Tot i així, com que dins de cada unitat hi ha una forta variació composicional causada per diferències en la granulometria, cada mostra ha estat projectada individualment, però utilitzant un mateix símbol per a les mostres d'una mateixa unitat. Els diagrames que s'han utilitzat han estat: **QFFr** (Pettijohn *et al.*, 1973), **QFM** (Folk, 1965), **QtKP** (Dickinson *et al.*, 1983) i **LpLmLs**. El primer

s'ha utilitzat per a fer una classificació composicional dels gresos (Fig. 4.12) de Montjuïc i, per tant, no s'han tingut en compte les modificacions diagenètiques de l'esquelet (Taules 4.9 i 4.10). La resta de diagrames s'han utilitzat per a l'anàlisi de procedència dels gresos de Montjuïc i, per tant, sí que s'han tingut en compte les modificacions diagenètiques posteriors (Taules 4.9 i 4.10).

Els dos primers diagrames (QFFr i QFM) utilitzen el mètode de comptatge tradicional, mentre que QtKP utilitza el mètode de Gazzi-Dickinson (Ingersoll *et al.*, 1984), el qual intenta eliminar l'efecte de la granulometria en la composició modal dels gresos, comptant com a fragments de roca exclusivament aquells grans amb components més petits de 0,062 mm. El diagrama ternari LpLmLs, en comptabilitzar exclusivament fragments de roca també utilitza el mètode tradicional.

Diagrama composicional QFM (Folk, 1965)

Aquest diagrama queda representat a la Fig. 4.13 i s'hi distingeixen les següents categories:

- Constituents Q: Tots els tipus de grans de quars més el chert, excepte les metaquarsites.
- Constituents F: Grans simples de tots els tipus de feldspat i fragments de roca ignis, tant plutònics com volcànics.
- Constituents M: Fragments de roca metamòrfics incloent-hi les metaquarsites i les miques més grans de 0,03 mm.

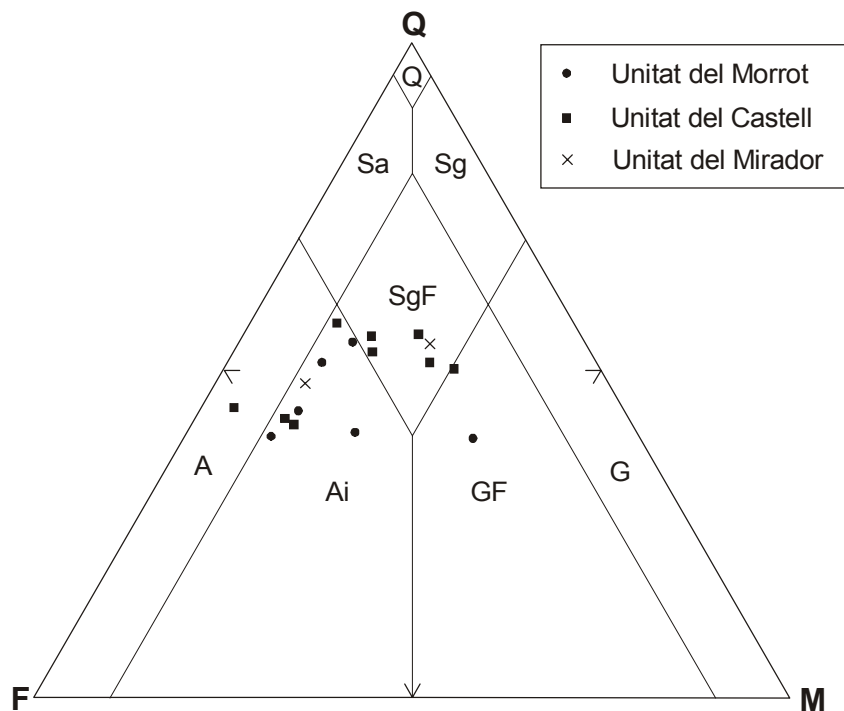


Figura 4.13.- Projectió dels gresos de Montjuïc al diagrama QFM (Folk, 1965). Q: Ortoquarsita. Sg: Subgrauvaca. G: Grauvaca. SgF: Subgrauvaca feldspàtica. GF: Grauvaca feldspàtica. Sa: Subarcosa. A: Arcosa. Ai: Arcosa impura.

Aquest diagrama s'utilitza per la caracterització composicional dels gresos. Segons el contingut relatiu dels tres constituents d'un gres s'estableixen vuit camps: ortoquarsita (Q), subgrauvaca (Sg), grauvaca (G), subarcosa (Sa), arcosa (A), subgrauvaca feldspàtica (SgF), grauvaca feldspàtica (GF) i arcosa impura (Ai). Segons Folk (1965) les arcoses corresponen a

àrees font ígnies, les grauvaques a àrees font metamòrfiques i les ortoquarsites a àrees font sedimentàries.

Sense prendre la interpretació original del diagrama com una panacea i coneixent prèviament les litologies principals de l'àrea font (metamòrfiques i plutòniques), a la projecció d'aquest diagrama s'observa que les mostres amb granulometries fines es projecten al camp de les grauvaques a causa d'un enriquiment en M per acumulació de fragments metamòrfics (Taula 4.10), mentre que les mostres amb granulometries mitges i granudes es projecten al camp de les arcoses degut a l'augment en el contingut relatiu de fragments plutònics. Aquesta variació composicional és doncs causada per l'ambient de sedimentació i no té cap implicació en l'anàlisi de procedència.

Diagrama composicional QtKP (Dickinson et al., 1983)

Aquest diagrama queda representat a la Fig. 4.14 i s'hi distingeixen les següents categories (Taula 4.9):

- Constituents Qt: Grans de quars monocristal·lí i policristal·lí i quars en fragments de roca.
- Constituents K: Grans simples i fragments de roca amb feldspat potàssic.
- Constituents P: Grans simples i fragments de roca amb plagiòclasi.

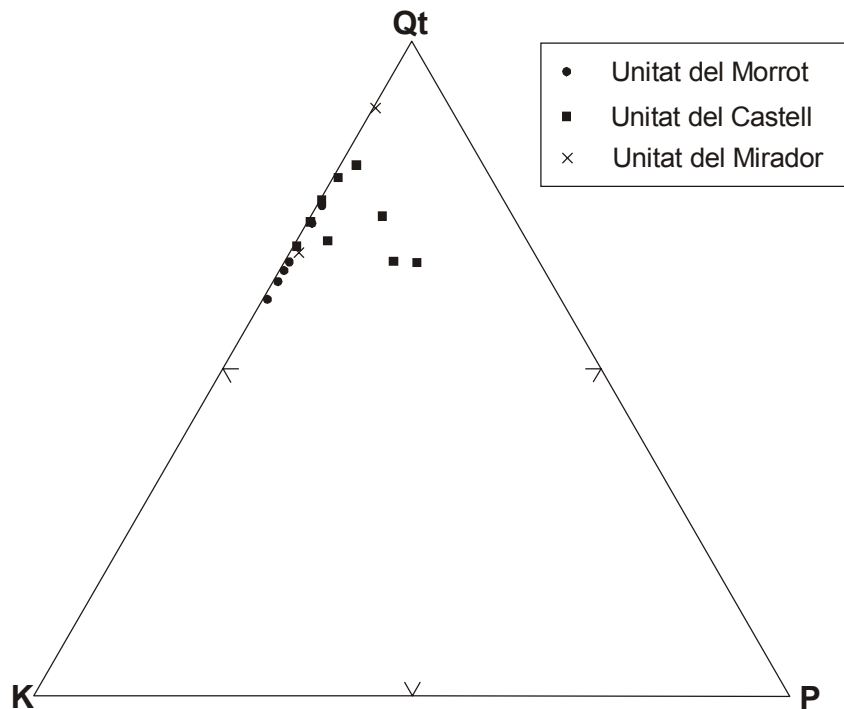


Figura 4.14.- Projecció dels gresos de Montjuïc al diagrama QtKP (Dickinson et al., 1983).

En aquest diagrama, igual que a l'anterior, s'analitza directament la procedència dels gresos. D'altra banda hi ha hagut autors que han utilitzat la relació P/K com un indicador paleoclimàtic (Basu, 1976).

Gairebé totes les dades de Montjuïc queden projectades a l'aresta Q-K ja que el contingut en plagiòclasi de la sèrie és molt baix. Només a la Unitat del Castell hi ha un augment important en el contingut en plagiòclasi que s'inicia a partir de la segona barra de desembocadura i es manté, amb alts i baixos, al llarg de la sèrie. El baix contingut en plagiòclasi ($P/K < 1$; Taula 4.10) contrasta amb l'alt percentatge d'aquest mineral als granitoides de l'àrea font (majoritàriament

granodiorites amb $P/K > 1$), aques fet juntament amb l'alt grau d'alteració que presenten els feldspats a l'interior dels gresos podrien indicar l'existència d'un perfil d'alteració meteòrica a l'àrea font, el qual podria ser heretat (perfils permians?) o desenvolupat durant el Miocè sota un clima de tipus tropical o subtropical.

Diagrama composicional LpLmLs

Aquest diagrama queda representat a la Fig. 4.15 i s'hi distingeixen les següents categories (Taula 4.9):

- Constituents Lp: Fragments de roca plutònica fins i granuts.
- Constituents Lm: Fragments de roca metamòrfica fins i granuts.
- Constituents Ls: Fragments de roca sedimentària fins i granuts, incloent-hi el chert i la radiolarita.

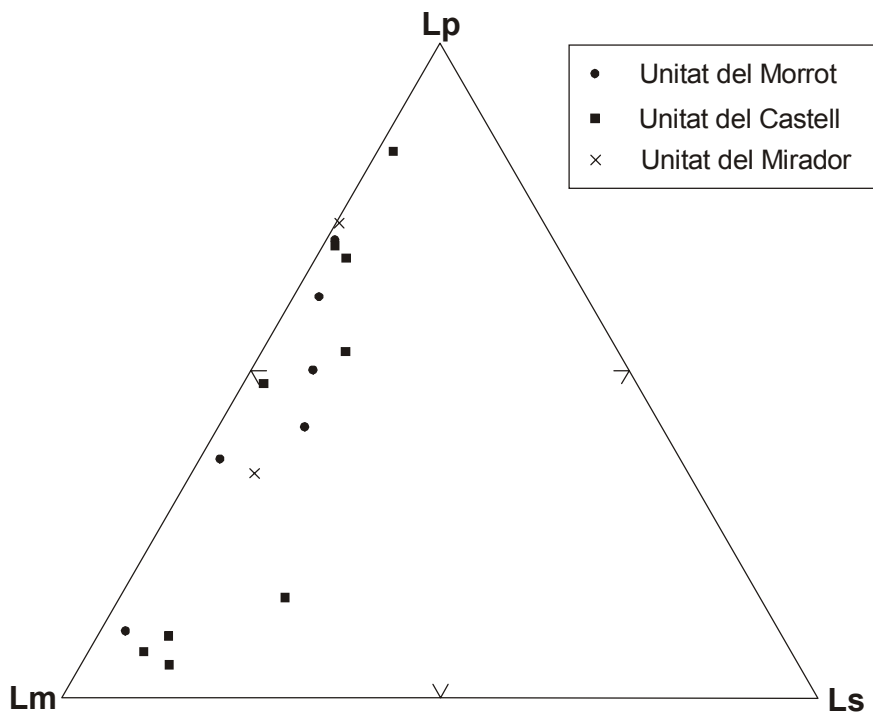


Figura 4.15.- Projecció dels gresos de Montjuïc al diagrama LpLmLs.

En aquest diagrama s'observa com totes les mostres es projecten en dues àrees diferents prop de l'aresta Lp-Lm. La gran majoria de mostres tenen una relació $Lp \geq Lm$, tot i que una mostra de la Unitat del Morrot i quatre de la Unitat del Castell es projecten a prop del vèrtex Lm. Com ja s'ha dit a l'apartat de petrologia i en els diagrames anteriors aquestes diferències es deuen a l'acumulació dels fragments de roca metamòrfica a les granulometries fines (Taula 4.10). Per altra banda, els percentatges de Ls es deuen essencialment al chert i a la radiolarita (Taula 4.9).

4.4.3. Caracterització de petrofàcies

La composició modal dels gresos de Montjuïc és molt simple, només s'observen dues petrofàcies les quals, tal i com s'ha explicat a l'apartat de petrologia, no corresponen a diferents àrees font sinó al fet que a les granulometries més fines hi ha una acumulació dels fragments de

roca metamòrfica. Anomenarem aquestes petrofàcies *Mo1* per als gresos de granulometria grollera i *Mo2* per als gresos de granulometria fina.

Petrofàcies Mo1

Els gresos grollers de Montjuïc són formats per importants percentatges de quars i de feldspat i percentatges menors de fragments de roca metamòrfics ($Q_{40-57}F_{27-50}M_{5-22}$). La majoria de quars i feldspats formen part de fragments de roca plutònica ($Lp_{37-84}Lm_{15-61}Ls_{1-12}$) i els fragments de roca sedimentària són escassos i únicament representats per fragments de chert i de radiolarita. D'altra banda, el feldspat potàssic sempre domina sobre la plagiòclasi, la qual és inexistent a les parts baixes de la sèrie ($Qt_{60-81}K_{16-39}P_{0-17}$).

Petrofàcies Mo2

Els gresos fins de Montjuïc són formats, per ordre d'abundància, per quars, fragments de roca metamòrfica i feldspats ($Q_{40-57}F_{20-32}M_{11-38}$), la majoria de fragments de roca són metamòrfics, tot i que també n'hi ha de plutònics i de sedimentaris (chert i radiolarita) ($Lp_{5-34}Lm_{59-86}Ls_{4-21}$). En quant als feldspats, presenten la mateixa tendència que els gresos grollers, és a dir, que el feldspat potàssic domina sobre la plagiòclasi ($Qt_{65-76}K_{10-35}P_{0-14}$).

4.4.4. Localització de l'àrea font

Per tot el que s'ha dit fins al moment, a partir de l'anàlisi dels diferents components detrítics es dedueix que l'esquelet dels gresos de Montjuïc està exclusivament format per fragments no carbonàtics derivats de materials paleozoics, mentre que els fragments de roca carbonàtics extraconcal són totalment absents. La petrofàcies característica dels gresos de Montjuïc indica que l'àrea font d'aquests sediments fou el massís de Collserola, on afloren materials paleozoics metamorfitzats i roques plutòniques tardihercinianes; d'aquesta anàlisi també se'n desprèn que, en el moment de la sedimentació de la sèrie de Montjuïc el Mesozoic ja havia estat totalment erosionat al massís de Collserola. Per altra banda, l'absència de fragments carbonàtics derivats del Devonià delimita l'àrea font a la zona de Tibidabo-Vallvidrera, que és on es troben totes les litologies presents als gresos de Montjuïc (Fig. 4.16).

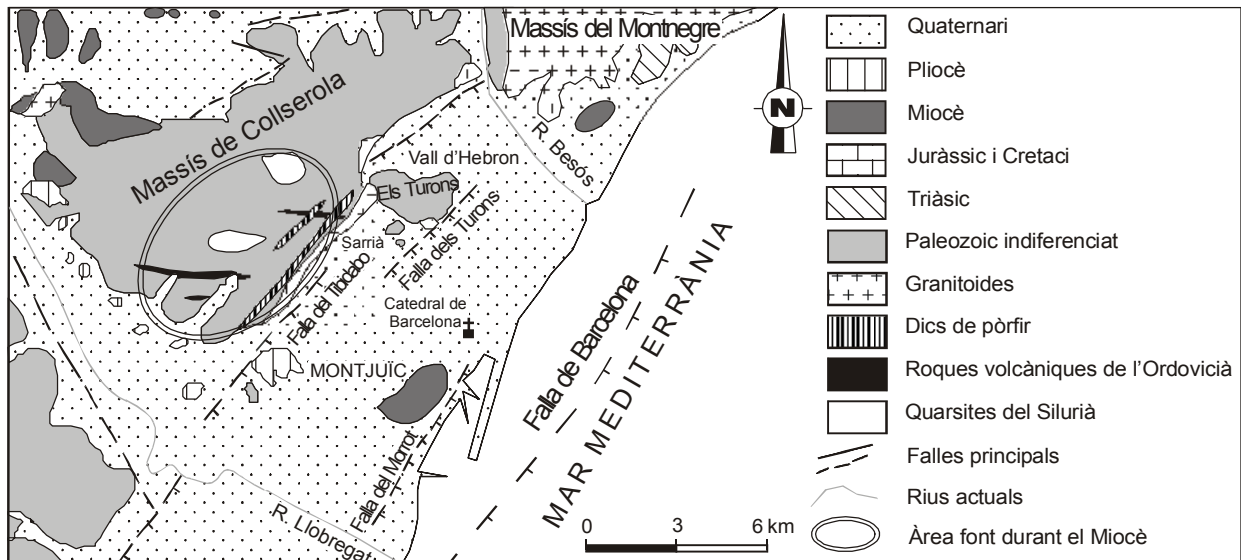


Figura 4.16.- Reconstrucció de l'àrea font en el moment de sedimentació del delta de Montjuïc.

D'altra banda, la baixa relació P/K i l'aparició de plagiòclasi a les Unitats del Castell i del Mirador podrien ser indicatives del clima de l'àrea font (Basu, 1976). Quan el valor de la

relació P/K és inferior a la dels granitoides de l'àrea font, com és el cas de Montjuïc, això pot indicar que el clima de l'àrea font era tropical. Aquesta afirmació és recolzada pels estudis de la flora fòssil de la muntanya realitzats per Vicente (1988) i Sanz de Siria (1994), els quals assignen un clima subtropical a aquesta zona durant la sedimentació del delta de Montjuïc. Sota aquest clima les plagiòclasi i els feldspats potàssics, en menor grau, s'alterarien, fet que donaria lloc al desenvolupament d'un perfil de meteorització. L'aparició de plagiòclasi cap a la part superior de la sèrie implicaria que aquest perfil va ser erosionat durant la sedimentació d'aquestes unitats, aflorant progressivament roca menys meteoritzada; cal tenir en compte que la plagiòclasi és un mineral molt poc resistent als agents meteòrics i que s'hidrolitza amb facilitat (Goldich, 1938 i Millot, 1964). Tanmateix, no es pot descartar la influència de l'erosió d'antics perfils d'alteració com ara els existents a la discordança entre el Mesozoic i el Paleozoic en aquest sector de les Serralades Costaneres Catalanes.

Per altra banda, si el feldspat potàssic arriba fresc o ja està alterat a l'àrea font és un interrogant respecte a la procedència dels components detrítics que no queda reflectit a les projeccions triangulars. El fet que el grau d'alteració dels feldspats potàssics sigui variable, l'escassetat de plagiòclasi i la presència de ciment intragranular feldspàtic fa pensar que els feldspats s'alteren, parcial o totalment, a l'àrea font. La presència d'il·lita i caolinita en pseudomorfs de feldspats fa pensar però que aquesta alteració ha d'haver continuat en el sediment després de la seva deposició.