



Petrologia Ígnia

Curs: 2012-2013

Classificació de les roques ígnies: Classificació modal-I (Descripció QAP)

Professor
 Pere Enrique

183

Capítol 2

2.3.2.3.9. Descripció dels principals tipus de roques ígnies corresponents als camps definits en els diagrames de Streckeisen (Le Maitre, 2002).

Grups genèrics de roques plutòniques

Diagrames de classificació

El diagrama QAPF per a Roques Plutòniques.

El primer dels diagrames de Streckeisen s'utilitza per classificar roques amb $M < 90$ i consta de dos diagrames triangulars amb la base comuna.

La base mostra les proporcions relatives entre feldspats:

(1) a l'esquerra

(A): Feldspats Alcalins (Feldspats potàssics i sòdics) i

(2) a la dreta

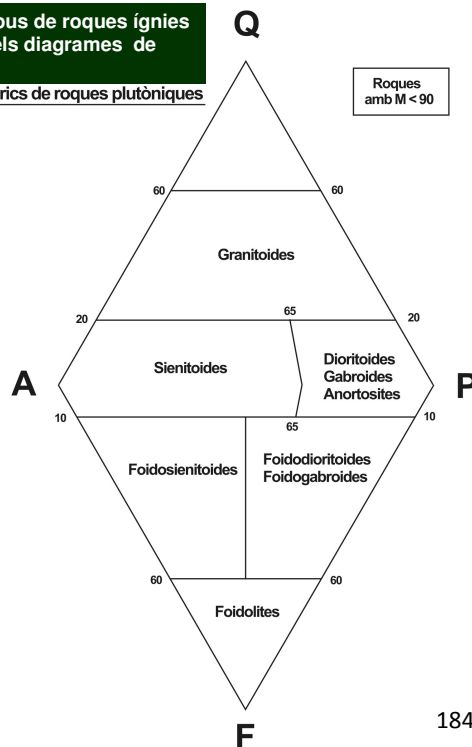
(P): Plagiòclasis (amb $An \geq 5$).

El vèrtex superior del primer triangle (Q) representa el Quars.

El vèrtex inferior del segon triangle (F) representa als Feldspatoides.

A causa de la seva composició subsaturada en SiO_2 els feldspatoides són incompatibles amb el quars, i per tant, una mateixa roca no es podrà representar mai en els dos triangles simultàniament.

Així doncs, en aquest diagrama es representen totes les roques plutòniques fèlsiques, intermèdies i màfiques i només queden excloses les roques ultramàfiques ($M \geq 90$).



184

Capítol 2

2.3.2.3.9. Descripció dels principals tipus de roques ígnies corresponents als camps definits en els diagrames de Streckeisen (Le Maitre, 2002).

Si considerem la proporció en quars es distingeixen un conjunt de bandes horitzontals:

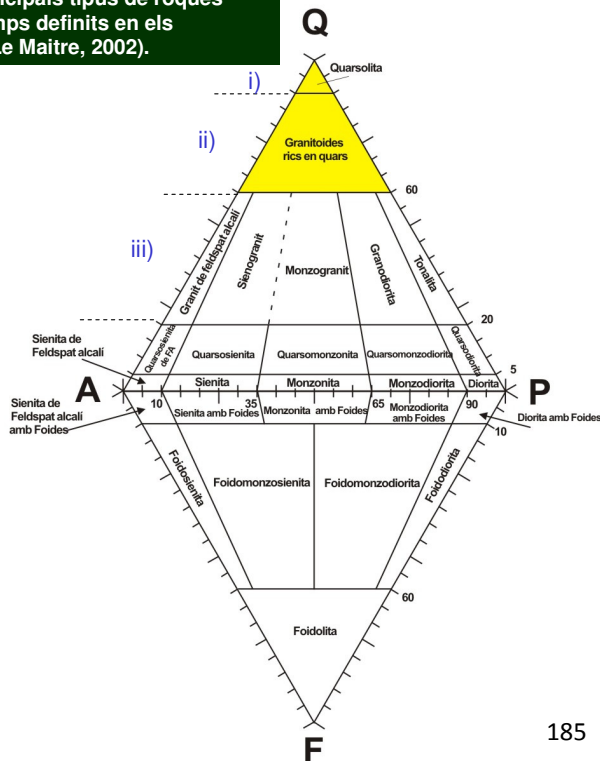
-Les roques amb més de 60%.
Les roques propiament ígnies amb més del 60% de quars són molt rares i no existeixen les formades únicament per quars. En general es tracta de roques que han sofert una silicificació en condicions subsolidus o bé són roques purament hidrotermals.

-i) Quarsolites:

Roques plutòniques amb més del 90% de quars. No es coneixen amb seguretat. Requereixen condicions de formació molt atípiques.

-ii) Granitoides rics en quars:

Alguns diferenciats de magmes toleítics (Leucotonalites riques en quars)



185

Capítol 2

2.3.2.3.9. Descripció dels principals tipus de roques ígnies corresponents als camps definits en els diagrames de Streckeisen (Le Maitre, 2002).

- iii) les roques que contenen entre un 20 i un 60% de quars formen un dels grups principals de roques ígnies: els **GRANITOIDES**. Es distingeixen pel seu índex feldspàtic (I.F.):

I) **granits de feldspat alcalí**. (I.F. < 10)

II) **granits** (I.F. entre 10 i 65).

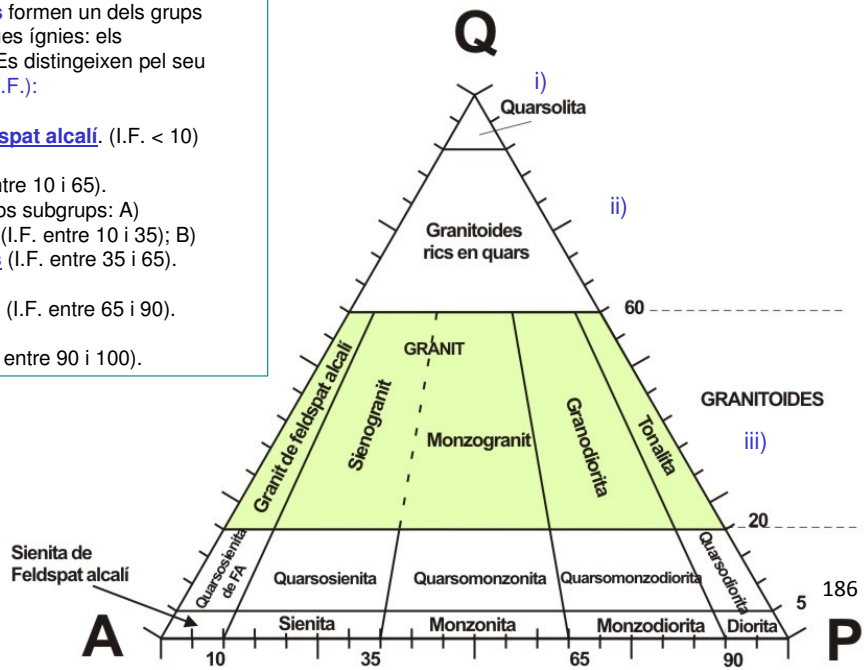
Es distingeixen dos subgrups: A)

A) **sienogranits**. (I.F. entre 10 i 35); B)

B) **monzogranits** (I.F. entre 35 i 65).

III) **granodiorites** (I.F. entre 65 i 90).

IV) **tonalites** (I.F. entre 90 i 100).



186

Granits de feldspat alcalí (I.F. < 10). Moltes d'aquestes roques no contenen plagiòclasi i estan formades només per feldspats potàssics i/o sòdics (ortosa, microclina, pertites, albita). Alguns tipus són peralcalins i presenten màfics que contenen sodi com a component essencial (riebeckita, arfvedsonita, egirina, etc.) i solen presentar textures agpaïtiques. Altres poden contenir hastingsita, fayalita, lepidomelana, i altres només biotita. Solen tenir una proporció baixa en minerals màfics (roques leucocràtiques) tot i que també hi ha termes mesocràtics com la lindinosita (granit de feldspat alcalí ric en riebeckita) o la rockallita (rica en egirina) (Bonin, 1982). La alaskita és un granit de feldspat alcalí molt leucocràtic i molt ric en feldspat potàssic (Hughes, 1982).

Es distingeixen dos tipus segons els feldspats alcalins presents:

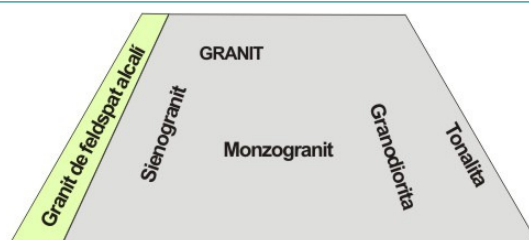
hipersolvus (1 fase de feldspat alcalí de cristal·lització magmàtica)

subsolvus (2 fases de feldspat alcalí de cristal·lització magmàtica)

Aquest granits solen trobar-se associats a altres roques ígnies alcalines (plutòniques, hipabissals i volcàniques) en un context generalment anorogènic d'intraplaca, motiu pel qual sovint es denominen granits de tipus A (inicial d'anorogènic, Loiselle & Wones, 1979).

Alguns exemples típics d'aquest granitoides es troben a l'Illa de Còrsega (Permià), Nigèria (Younger granites, Juràssic) (diap. 66) (Bowden & Turner, 1974) i Escòcia (Eocè) (epigranits, de emplaçament molt poc profund, sovint associats a granòfirs i pòrfirs de composicions equivalents).

Els granits de feldspat alcalí peralcalins (índex agpaïtic > 1) (en especial les pegmatites associades) poden contenir importants dipòsits minerals d'estany, niobi i tàntal en forma de cassiterita (en greisens), tantalita i columbita. Un accessori comú és la fluorita. Són rics en Y, REE i Zr i molt pobres en B (no contenen turmalina) (Hughes, 1982).

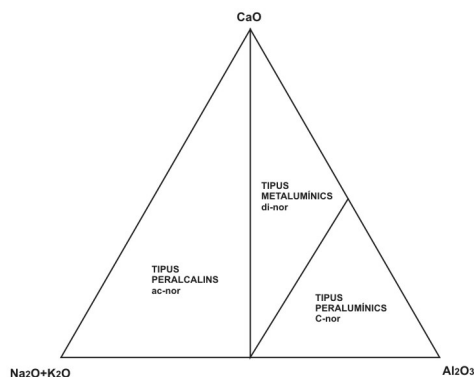


187

Els **granits de feldspat alcalí** es troben típicament en un context geològic d'intraplaca (WPG) (Pearce et al., 1984) sovint associats a domos litosfèrics o "rifting" continental generats per anomalies tèrmiques del mantell ("Hot spots"). Solen formar estructures plutonicovolcàniques ("cauldrons", "ring dykes", calderes volcàniques) (diap. 66) amb una gradació contínua de roques plutòniques, hipabissals i volcàniques (ignimbrites (piroclàstiques), domos riolitics, etc.). Freqüentment formen part d'associacions ígnies bimodals (només roques àcides i bàsiques, gairebé sense termes intermedis, excepte rars casos híbrids formats per "magma mixing" o "mingling" com les marscoites). Bona part d'aquests granitoides es consideren formats per cristal·lització fraccionada de magmes bàsics de tipus transicional i alguns tipus peralcalins serien els equivalents plutònics de les comendites. No obstant això altres semblen haver-se generat per processos d'anatèxia induïda com es dedueix de la seva composició normativa (no coherent amb la cristal·lització fraccionada) i de les elevades relacions isotòpiques de l'estronci: ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i > 0.715 (Moorbath & Bell, 1965).

Com es pot veure en el diagrama de saturació en alumina (Bonin, 1980) els granits de feldspat alcalí poden ser peralcalins, metalumínics o peralumínics. No és equivalent, per tant, el terme "granit alcalí" (concepte químic) amb el terme "granit de feldspat alcalí" (concepte petrològic).

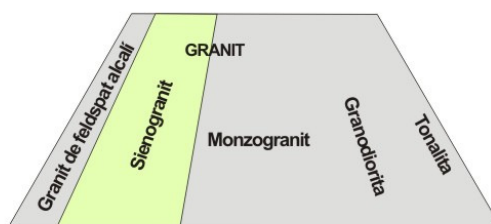
Un grup molt destacat de granits de feldspat alcalí correspon a les grans intrusions de granits rapakivi dels cratons Precambrians (Rämö et al., 2005). El contingut en plagiòclasi d'aquestes roques sol superar l'IF de 10 i entren a formar part dels sienogranits i es descriuran a continuació.



188

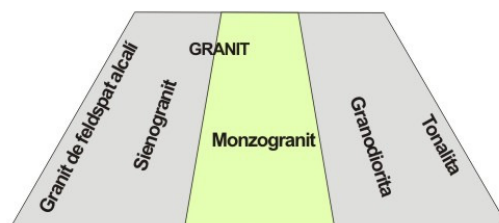
Els **sienogranits** (I.F. entre 10 i 35) se solen trobar associats amb els granits de feldspat alcalí d'intraplaca (WPG, tipus-A) amb els que sovint formen transicions graduals. No obstant això, la seva posició intermèdia fa que alguns es trobin en continuïtat gradual amb els monzogranits, pertanyents a sèries o associacions ígnies diverses d'origen i contextos geològics diferents (sèries calcoalcalines (VAG), associacions peralumíniques anatèctiques, etc.). Probablement els tipus més abundants corresponen a les grans intrusions Proterozoiques, epizonals, de gra gros, de **granits rapakivi**. Es tracta d'extenses intrusions múltiples i discordants, algunes de les quals presenten **textura rapakivi** (cristalls de forma ovoide de feldspat potàssic envoltats per una capa de cristalls d'oligòclasi). Els tipus que presenten aquesta textura s'anomenen **wiborgites** (biotítico-hornblèndiques, de vegades amb fayalita). Els tipus equigranulars són principalment biotítics i s'anomenen **pyterlites** i els FK no presenten envolta oligoclàssica. Com accessoris presenten fluorita, zircó, allanita, apatit, anatasa, magnetita i ilmenita. Les intrusions tardanes estan constituïdes per **sienogranits amb topaci**. Els granits rapakivi es troben generalment associats a altres roques ígnies característiques, en particular a **anortosites** i roques **charnoquítiques** (associació AMCG: anortosites-mangerites-charnoquites-granits) (Windley, 1984). Els granits rapakivi es troben distribuïts per totes les àrees cratòniques del món (escut Bàltic, Canadà, Sibèria, Brasil, etc.) i la **associació bimodal** amb roques màfiques fa pensar en una gènesi comuna lligada a grans intrusions bàsiques a la base de l'escorça ("magmatic underplating").

Els **sienogranits** formen una part important dels **epigranits** de la província terciària bimodal de les Hébrides (Skye, Mull), Irlanda (Mourne Mountains) (Harker, 1904). Tot i que la biotita és el màfic principal, alguns contenen hornblenda i fins i tot **augita**. Degut al seu nivell d'emplaçament **epizonal** molt superficial alguns contenen **tridimita** i **sanidina** (a més de l'ortosa).

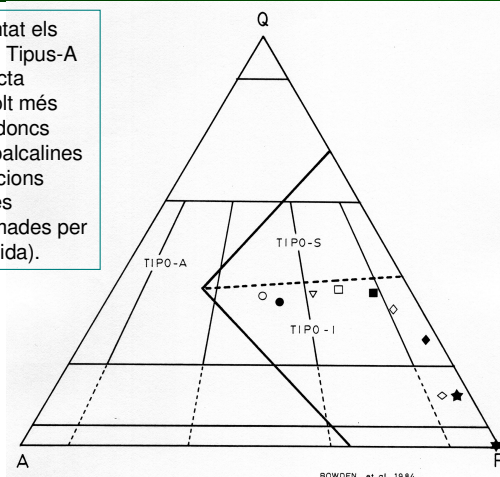
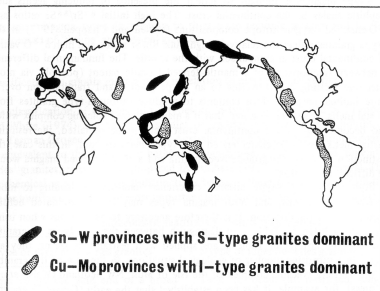


Els **monzogranits** (I.F. entre 35 i 65) són unes de les roques plutòniques més abundants de l'escorça continental superior. Degut a que representen fosos de mínima temperatura de fusió en el sistema **Q-Or-Ab-An-H₂O** els magmes d'aquesta composició es formen, tant com a **fosos finals** per **cristal·lització fraccionada** de diferents magmes basàltics com a **líquids inicials** generats per fusió parcial de diferents roques metamòrfiques **orto** o **paraderivades** (anatèxia). Això fa que aquestes roques formin part de diferents **associacions de roques ígnies** amb diferents orígens i evolució. Les dues principals sèries són: **1) les sèries calcoalcalines** i **2) les associacions anatèctiques peralumíniques**. Les sèries calcoalcalines es formen principalment en zones de subducció i tenen un ampli espectre composicional (de roques bàsiques a àcides) i comporten diferents processos petrogenètics. Es caracteritzen, entre altres coses, per presentar relacions inicials del estronci relativament baixes (Sri entre 0.704 i 0.711 aprox). Chappell & White (1984) van anomenar aquesta associació granits de **Tipus-I** (protòlit igni) (sèries amb magnetita de Ishihara) i les van contraposar a les associacions anatèctiques metasedimentàries (**Tipus-S**, protòlit sedimentari) (sèries amb ilmenita de Ishihara) (Sri >0.715, sovint 0.720 o fins i tot 0.730). Aquesta divisió és àmpliament utilitzada per nombrosos autors però presenta nombroses ambigüitats:

Es parla de "granits" de tipus-I de forma molt genèrica amb la qual cosa sovint s'inclouen en el terme roques plutòniques que surten fora del camp dels granits i inclús dels granitoides. D'altra banda l'origen d'aquest tipus és complexa i per tant inclouen processos petrogenètics diferents (no totes tenen un protòlit igni sino que poden tenir un component magmàtic mantèl·lic primari). Les associacions peralumíniques (Tipus-S) tenen una millor correspondència.



En el diagrama QAP de la figura adjunta s'han representat els límits aproximats que corresponen als Tipus-I, Tipus-S i Tipus-A segons Bowden et. al. (1984). Com es pot veure, es tracta d'associacions de roques plutòniques que s'estenen molt més enllà de les composicions propiament granítiques. Així doncs amb Tipus-I ens referirem a les sèries plutòniques calcoalcalines (de composició expandida) i amb Tipus-S a les associacions anatèctiques, procedents en una part important de sèries metapelítiques, generalment en zones orogèniques formades per col·lisió continental (syn-COLG) (de composició restringida).



Sèrie plutònica calcoalcalina del Montnegre (Enrique, 1985)

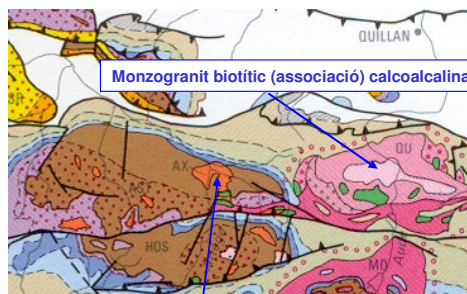
En el mapa de la figura, basat en Ishihara (1977) es posa de manifest la diferent afinitat metal·logènica de les associacions de Tipus-I (grans dipòsits de Cu-Mo) i les de Tipus-S (importants jaciments de Sn-W).

Associacions calcoalcalines.-

Els **monzogranits** formen una part important de les **associacions plutòniques calcoalcalines** (principalment **VAG**). Degut a que solen ser termes diferenciats tenen un contingut en màfics baix o molt baix (**leucomonzogranits** quan $M < 5\%$). A part de ser rics en quars contenen FK (generalment ortosa o microclina) i plagiòclasi (generalment oligòclasi o andesina). El màfic principal, gairebé exclusiu en molts monzogranits, és la **biotita**. La **moscovita** pot estar present en poca quantitat. En alguns tipus molt diferenciats pot estar present el **granat** ric en espessatina com accessori. La textura pot ser molt variada i inclou termes **equigranulars** i **porfírics**. Sovint es troben formant part de **batòlits compostos** multiintrusius dels quals solen ser les intrusions més joves. Són abundants a la Serralada Herciniana (Pirineus, Massís Ibèric, etc.) i també en els batòlits Mesozoics dels marges continentals actius (batòlit del Perú, Sierra Nevada, a Califòrnia, etc.). També formen part important dels terrenys Arqueans (associats a TTG i "greenstone belts").

Associacions anatèctiques peraluminiques (Tipus-S).-

Els **monzogranits** solen ser les roques dominants en les **associacions anatèctiques** originades **generalment** en un context de **col·lisió continental (syn-COLG)**. Típicament són roques **peraluminiques** (**corindó-normatives**) i això es tradueix en la presència més o menys abundant de **minerals rics en alumini** com, per exemple, **moscovita** (granits moscovítics, **granits de dues miques**), **cordierita**, **granat almandí**, **turmalina**, **sil·limanita**, **andalusita**, etc. Són roques riques en quars, FK (microclina o ortosa) i **plagiòclasi pobre en Ca** (oligòclasi o albita). Tenen textures variades incloent textures equigranulars i porfíriques de gra gros.



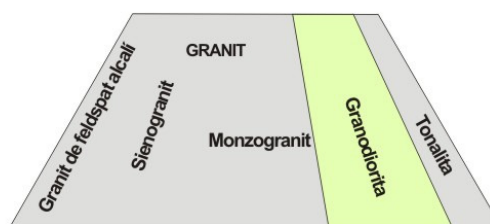
Aston-Quérigut (Pirineu Oriental) (Debon et al, 1996)

Les **granodiorites** (I.F. entre 65 i 90) es troben entre les roques plutòniques més abundants i coincideixen amb la composició mitjana de l'escorça continental superior. Com en el cas dels monzogranits es poden distingir 2 associacions principals: la **calcoalcalina** (VAG, Tipus-I) i la **anatèctica** amb important component **metasedimentari** (syn-COLG, Tipus-S). Formen part important de l'associació arqueana **TTG** (**tonalita-trondhjemita-granodiorita**).

Les **granodiorites calcoalcalines** es troben en grans batòlits en **marges continentals actius** i en altres contextos orogènics. Son roques amb quars en les que la plagioclasi, generalment intensament zonada, predomina sobre el feldspat potàssic (ortosa o microclina). El **màfic** més característic és la **biotita**, tot i que pot estar acompanyada d'**hornblenda**. Els accessoris principals són l'**apatita**, el **zircó**, la **magnetita**, l'**ilmenita** i poden contenir **allanita** i **titanita**. Poden tenir textures variades: **equigranular**, **seriada**, **porfírica**, etc. Generalment contenen **enclavaments de diorites**. Poden ser **metaalumíniques (di-nor)** o lleugerament **peralumíniques**.

Les **granodiorites anatèctiques** associades a zones de metamorfisme regional (per exemple Hercinià), presenten quantitats significatives de minerals alumínics com **cordierita**, **granat almandí**, **moscovita**, **turalina**, etc.). Generalment són **notablement peralumíniques (C-nor)**. Accessoris: **apatita**, **zircó**, **monazita**, **xenotima**, **ilmenita**, etc..

Les granodiorites i granits calcoalcalins de les zones de subducció generalment es troben associades a roques volcàniques d'igual composició (**dacites i riolites**) (Andes, etc.). Les granodiorites i granits de tipus-S no es troben gairebé mai associades a un volcanisme equivalent i coetani (Serralada Herciniana, Himalaia, etc.). Les granodiorites de les **TTG** es consideren formades per la **fusió de l'escorça màfica hidratada, a altes pressions**.

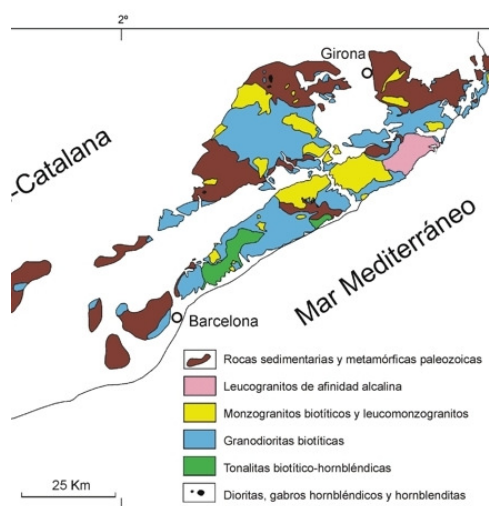


193

Les **granodiorites** (I.F. entre 65 i 90) es troben entre les roques plutòniques més abundants i coincideixen amb la composició mitjana de l'escorça continental superior. Com en el cas dels monzogranits es poden distingir 2 associacions principals: la **calcoalcalina** (VAG, Tipus-I) i la **anatèctica** amb important component **metasedimentari** (syn-COLG, Tipus-S). Formen part important de l'associació arqueana **TTG** (**tonalita-trondhjemita-granodiorita**) en la que sovint es troben metamorfitzades a **ortogneissos**.

Les **granodiorites calcoalcalines** es troben generalment associades a altres roques plutòniques de la mateixa sèrie amb les que mostren relacions intrusives (**leucomonzogranits**, **monzogranits**, **tonalites**, **quarsodiorites**, **diorites**, i, fins i tot **gabres hornblèndics i hornblendites**). També solen estar acompanyades d'eixams de **roques hipabissals calcoalcalines** de composicions similars (**pòrfirs granítics**, **pòrfirs granodiorítics**, **pòrfirs diorítics**, etc.) i en marges continentals actius, geològicament recents, es troben les roques volcàniques (extrusives) equivalents (**riolites**, **dacites**, **andesites**, etc.).

Les **granodiorites calcoalcalines** junt a la resta de termes de la sèrie solen emplaçar-se en nivells corticals poc profunds (**epizona**) donant lloc a un **metamorfisme tèrmic** en les roques encaixants (**aureoles de metamorfisme de contacte**). En aquestes es desenvolupen **skarns** freqüentment amb **mineralitzacions metàl·liques (Cu, Au, W, etc.)**.

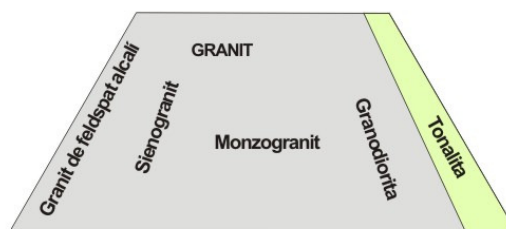
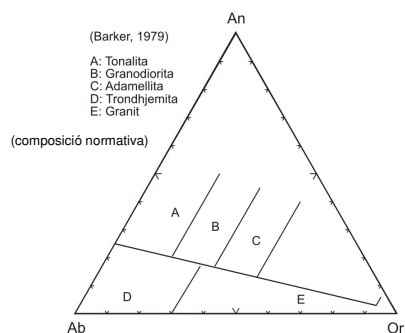


Batòlit calcoalcalí de les Cadenes Costaneres Catalanes (Enrique, 2004)

194

Les **tonalites** (I.F. entre 90 i 100) es troben entre les roques plutòniques més abundants de l'escorça continental, sovint transformades en gneissos en les TTG dels **escuts cratònics arqueans**. També són constituents importants o majoritaris en els grans batòlits dels marges continentals actius i arcs insulars madurs. Són força més rars en les associacions anatèctiques peraluminiques (syn-COLG, Tipus-S) però, en canvi, els tipus leucocràtics (**leucotonalites / trondhjemites**) es troben formant part dels termes més diferenciats de les **sèries toleíiques**.

Les tonalites calcoalcalines solen ser roques grises, equigranulars, seriadades o lleugerament porfíriques, amb abundant plagioclasi hipidiomòrfica que sovint està intensament zonada (frequentment amb zonació oscil·latòria). Els màfics més característics són la biotita i l'hornblenda. Com a minerals accessoris solen tenir apatita, zircó, magnetita, ilmenita, i a vegades allanita i titanita. Generalment inclouen enclavaments foscos arrodonits de quarsodiorites de gra fi.



195

Si considerem la proporció en quars es distingeixen un conjunt de bandes horitzontals: La quarta banda (la inferior) comprèn els continguts en quars entre 20% i 0% però s'estén fins al 10% de Feldspatoides (F). Són roques "saturades" en sílice en sentit ampli però que poden ser moderadament saturades (fins al 20% de quars), saturades (0% de quars i 0% de Foides) o lleugerament subsaturades (fins al 10% de Foides). Es distingeixen 2 grups principals: iv) Sienitoides i v) Dioritoides ($An < 50$ i Gabroides ($An \geq 50$)).

iv) Sienitoides:

Els tipus **saturats** (entre 0 i 5% de Q) comprenen:

I) **sienites de feldspat alcalí** (I.F. menor de 10)

II) **sienites** (I.F. entre 10 i 35)

III) **monzonites** (I.F. entre 35 i 65)

Els tipus sobresaturats (entre el 5 i el 20% de Q) formen una variació gradual cap als granitoides per increment progressiu del quars i reben els noms dels tipus saturats amb el prefix "quars-":

I) **quarsosienita de feldspat alcalí** (I.F. menor de 10)

II) **quarsosienita** (I.F. entre 10 i 35)

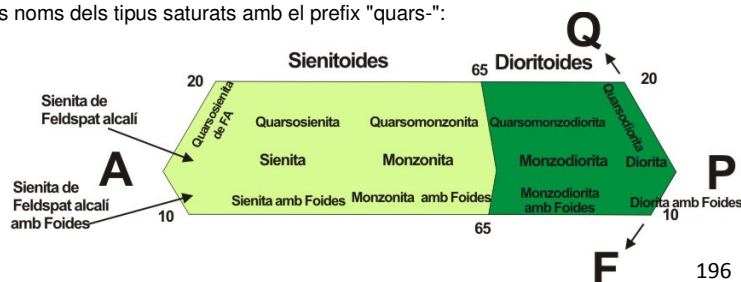
III) **quarsomonzonites** (I.F. entre 35 i 65)

Els tipus sobresaturats (entre el 5 i el 20% de Q) formen una variació gradual cap als granitoides per increment progressiu del quars i reben els noms dels tipus saturats amb el prefix "quars-":

I) **quarsosienita de feldspat alcalí** (I.F. menor de 10)

II) **quarsosienita** (I.F. entre 10 i 35)

III) **quarsomonzonites** (I.F. entre 35 i 65)

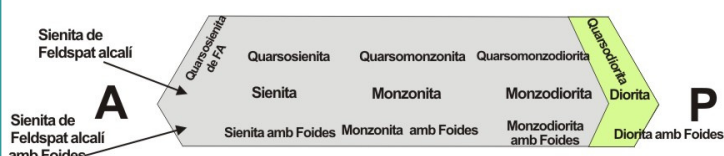


196

Dins l'associació plutònica calcoalcalina hi ha una variació contínua que, a partir de les tonalites mostra un decreixement brusc del contingut en quars i un increment en màfics. Amb aquesta tendència (descriptiva) les roques entren en primer lloc en el camp de les **quarsodiorites** (I.F entre 90 i 100) on entre la biotita i l'hornblenda es pot arribar fàcilment al 25 o 30% i posteriorment encara al camp de les **diorites** (I.F entre 90 i 100) on sol **predominar l'hornblenda sobre la biotita** i arribar a prop del 40% de màfics. En aquestes roques pot aparèixer en quantitats subordinades **clinopiroxè (augita o altres)** i/o **ortopiroxè (hiperstenà, actualment dins el camp expandit de l'enstatita)**. Els termes calcoalcalins menys diferenciats procedeixen de **magmes bàsics hidratats** i cristal·litzen com a **gabres hornblèndics (bojites)** (Hatch et al., 1975). En aquest diagrama ocupen el mateix camp que les diorites però les plagiòclasis són de composició $An \geq 50$ i s'estudiaran en diagrames específics. Les diorites calcoalcalines són l'equivalent plutònic dels **pòrfirs diorítics (hipabissals)** i de les **andesites (volcàniques)**. Les **diorites amb foides** ja no pertanyen a la mateixa tendència calcoalcalina sino que formen part de les sèries alcalines.

Donat que la seva composició genèrica és força simple (Plagiòclasi amb $An < 50$) hi ha diverses roques pertanyent a diferents sèries ígnies que entren totalment en la definició de "diorites" si bé les diorites més característiques pertanyen a la sèrie calcoalcalina. Així, els equivalents de roques intermèdies alcalines com **hawaiïtes, mugearites o benmoreïtes** ($PI An < 50$) són **diorites o monzodiorites alcalines**. Per tant, equivalents de les **icelandïtes**, roques intermèdies de la sèrie toleítica, serien **diorites toleítiques o ferrodiorites**. De manera similar, les "diorites" d'altres sèries cal especificar-les quan es disposa d'informació suficient. Per exemple els **sanukitoides** són "diorites" equivalents a les "andesites" riques en Mg d'algunes zones de

subducció anomenades **sanukites** o **setouchites** i **adakites** (Winter, 2001) en part formades per la fusió parcial de l'escorça oceànica subduent (Martin et al, 2005). En elements majoritaris també equivalen a les **boninites**.



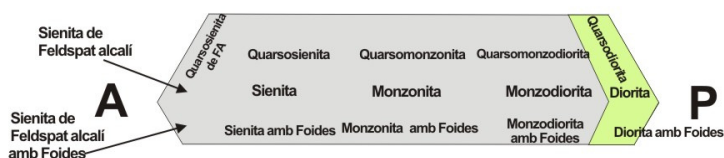
197

Tipus de diorites segons l'índex de coloració (M) i el tipus de plagiòclasi (Hatch, et al, 1972). An_{50} separa dioritoides de gabroides. Per tant els dioritoides poden ser d'oligòclasi o d'andesina. D'altra banda, segons el contingut en màfics tindrem **leuco-dioritoides** o **mela-dioritoides**. Per empobriment en màfics obtindrem **oligoclasites** o **andesinites** ($M < 10$) que serien "anortosites diorítics" a diferència de les **anortosites gabroiques** (anortosites, per defecte). Per enriquiment en màfics obtenim **mela-dioritoides** i arribant a l'extrem ($M \geq 90$, roques ultramàfiques) entrariem en el camp de les **hornblendites**. Un grup de meladiorites important és el de les **appinites**. Es tracta de **meladiorites hornblèndiques**, sovint de gra gros a **pegmatítics** que graden cap a les **hornblendites** (exemples en Jersey, Guernsey, Sud d'Escòcia, etc.).

	An_{10}	An_{30}	An_{50}
0	Oligoclasite	Andesinite	
10			
20	Oligoclase-LEUCODIORITE	Andesine-LEUCODIORITE	
30			
40	OLIGOCLASE-DIORITE	ANDESINE-DIORITE	
50			
60			
70	Oligoclase-MELADIORITE	Andesine-MELADIORITE	
80			
90			
100	Hornblendite		

Les **diorites hiperstèniques** de les àrees cratòniques arqueanes, amb **afinitat charnockítica**, s'anomenen **enderbites**.

Alguns **dioritoides de tipus alcalí** contenen **nefelina** i sovint **corindó**. Un cas extrem són les **plumasites** formades quasi exclusivament per **oligòclasi i corindó** (Hatch et al. (1972).



198

Bibliografia

Classe-4

- BARKER, F. (1979). *Trondhjemites, dacites and related rocks (Developments in Petrology)*. F. Barker (Ed.). Elsevier, 659 pp.
- BONIN, B. (1980): *Les complexes acides alcalins anorogeniques continentaux: l'exemple de la Corse*. Thèse Doc. es Sc. Univ. Paris VI, 756 pp.
- BONIN, B. (1982): *Les granites des complexes annulaires*. Manuels & Methodes no 4. Bureau de Recherches Géologiques et Minières. BRGM-BP 6009-45060 Orléans.
- BOWDEN, P. & TURNER, D.C. (1974): *Peralkaline and associated ring-complexes in the Nigeri-Niger province, West Africa*. In: H. Sorensen (Editor), *The Alkaline rocks*. Wiley. London, pp330-351.
- BOWDEN, P., BATCHELOR, R.A., CHAPPELL, B.W., DIDIER, J. & LAMEYRE, J. (1984): *Petrological, Geochemical and source criteria for the classification of granitic rocks: a discussion*. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 35: 1-11.
- CHAPPELL, B.W., & WHITE, A.J.R. (1984): *Two contrasting granite types*. *Pac. Geol.*, 8: 173-174.
- DEBON, F. & GUITARD, G. (avec la collaboration de AUTRAN, A., DEBAT, P., ENRIQUE, P. et GUÉRANGÉ, B.) (1996). *Métamorphisme et plutonisme Hercyniens (Carte de synthèse)*. In A. Barnolas and J.C. Chiron (Eds.), *Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées*. 1- Cycle Hercynien, 410-417. Édition BRGM-ITGE Orléans et Madrid.
- ENRIQUE, P. (1985): *La asociación plutónica tardi-Herciniana del Macizo del Montnegre, Catalánides Septentrionales (Barcelona)*. Tesis. Univ. Barcelona, 351 pp. (2 Vol.)(Inéd.).
- ENRIQUE, P. & SOLÉ, J. (2004): *El basamento igneo. Las rocas intrusivas de la Cordillera Costera Catalana*. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 481-484.
- HARKER, A. (1904): *The Tertiary igneous rocks from Skye*, *Mem. Geol. Surv. UK*, 481 pp.
- HATCH, F.H., WELLS, A.K. & WELLS, M.K. (1975): *Petrology of the Igneous Rocks*. 551 pp. Thomas Murby & Co.
- HUGHES, C.J. (1982): *Igneous Petrology*. Elsevier. Amsterdam, 551 pp.
- ISHIHARA, S. (1977): *The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks*. *Min. Geol.*, 27: 293-305.
- LE MAITRE, R.W. (Ed.) (2002). *A classification of Igneous rocks and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on The Systematics of Igneous Rocks*. Cambridge University Press. 236 p.
- LOISELLE, M.C. & WONES, D.R. (1979): *Characteristics and origin of anorogenic granites*. *Geol. Soc. Am. Bull. Abstracts with programs*, 11:468.

198A=B4

Bibliografia

Classe-4

- MARTIN, H., SMITHIES, R.H., RAPP, R., MOYEN, J.-F. & CHAMPION, D. (2005): *An overview of adakite, tonalite-trondhjemite-granodiorite (TTG), and sanukitoid: relationships and some implications for crustal evolution*. *Lithos* 79: 1-24.
- MOORBATH, S. & BELL, J.D. (1965): *Strontium isotope abundance studies and rubidium-strontium age determinations on Tertiary igneous rocks from the Isle of Skye, north-west Scotland*, *J. Petr.* 6: 37-66.
- PEARCE, J.A., HARRIS, N.B.W. & TINDLE, A.G. (1984): *Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks*. *J. Petrol.* 25(4): 956-983.
- RÄMÖ, O.T., HALLA J., NIRONEN, M., LAURI, L.S., KURHILA, M.I., KÄPYAHO, A., SORJONEN, WARD, P., ÄIKÄS, O. (2005): *EUROGRANITES 2005— Proterozoic and Archean Granites and Related Rocks of the Finnish Precambrian*. *Eurogranites 2005 Field Conference, September 11-17, 2005*. Publications of the Department of Geology A1, University of Helsinki. 130 p.
- STRECKEISEN, A.L. (1976): *To each plutonic rock its proper name*. *Earth-Sci. Rev.* 12(1).
- UNION COLLEGE'S PHOTOSTREAMS. http://www.flickr.com/photos/union_college/with/5815278720/#photo_5815278720
- WINDLEY, B.F. (1984): *The Evolving Continents*. John Wiley & Sons. 399 pp.
- WINTER, J.D. (2001): *Igneous and Metamorphic Petrology*. Prentice Hall. N.J. 697 p.

198B=B4A