

Petrologia Ígnia

Curs: 2012-2013

• **Classificació modal (I):
Descripció APF.**

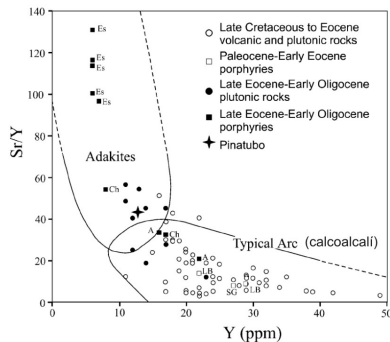
• **Petrologia Experimental**

Professor
Pere Enrique

199

Capítol 2

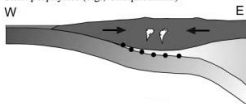
2.3.2.3.9. Descripció dels principals tipus de roques ígnies corresponents als camps definits en els diagrames de Streckeisen (Le Maitre, 2002).



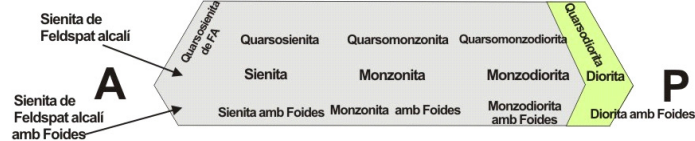
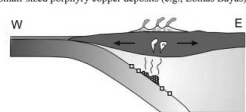
Les diorites d'afinitat adakítica (sanukitoides) i les volcàniques equivalents (andesites adakítiques o "adakites") es formen, en part, per la intervenció de magmes àcids i intermedis originats en l'escorça oceànica subduent en interacció amb l'astenosfera. En els magmes calcoalcals majoritaris, el metasomatisme de l'astenosfera es produeix principalment pels components volàtils originats en la deshidratació de l'escorça oceànica. Una subducció de baix angle afavoreix la formació de magmes d'afinitat adakítica i un context compressiu que dificulta l'extrusió de roques volcàniques, capturant els volàtils en les roques plutòniques i hipabissals donant lloc a grans jaciments de sulfurs de coure i altres metalls associats ("porphyry copper", pòrfirs cuprífers) com, per exemple, Chuquicamata (Chile).

Aquests magmes, entre altres coses, es caracteritzen per una relació elevada Sr/Y i un baix contingut en Y (Oyarzun et al., 2001, figures. de l'esquerra). Els cossos intrusius hipabissals són principalment pòrfirs diorítics, però també pòrfirs granodiorítics i granítics (microdiorites porfíriques, microgranodiorites porfíriques, etc.).

Flat subduction
No volcanism, adakitic plutonic rocks
Giant porphyries (e.g., Chuquicamata)



Normal subduction
Volcanic and plutonic rocks, normal calc-alkaline series
Small-sized porphyry copper deposits (e.g., Lomas Bayas)



En resum:

v) Els **dioritoides** formen el grup de les roques plutòniques que tenen un màxim del 20% de quars i un 10% de feldspatoids, amb un I.F. superior a 65 i un contingut mitjà en anortita a les plagiòclasis inferior al 50%.

Com en el cas anterior dels sienitoides poden ser sobresaturades, saturades o subsaturades en SiO_2 .

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

- I) **monzodiorites** (I.F. entre 65 i 90)
- II) **diorites** (I.F. entre 90 i 100)

Aquestes roques solen tenir un contingut en màfics relativament alt (20-40%) el que fa que tinguin coloracions bastant fosques (comparades amb els granitoides i sienitoides). El mineral màfic més freqüent és l'hornblenda (o altres amfibòls afins), la qual sol anar acompanyada de biotita. Alguns tipus són només biotítics, i altres poden ser rics o predominantment piroxènics.

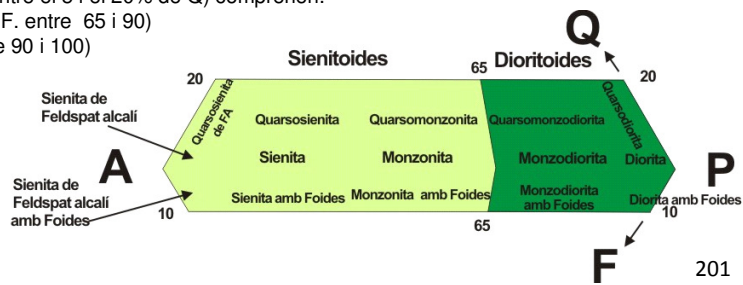
La majoria solen tenir quars en més o menys proporció que dona lloc a una gradació cap als granitoides (granodiorites i tonalites).

Aquests tipus **sobresaturats** (entre el 5 i el 20% de Q) comprenen:

- I) **quarsomonzodiorites** (I.F. entre 65 i 90)
- II) **quarsodiorites** (I.F. entre 90 i 100)

Els tipus **subsaturats** (entre el 0 i el 10% de F) són poc freqüents i comprenen:

- I) **monzodiorites amb foides** (I.F. entre 65 i 90)
- II) **quarsodiorites amb foides** (I.F. entre 90 i 100)



iv) Els **sienitoides** comprenen les roques que tenen un màxim del 20% de quars i un 10% de feldspatoids, amb un I.F. inferior a 65.

En un cas extrem serien roques sense quars ni feldspatoids que es trobarien situats en la base dels triangles QAP i APF, en la línia situada entre els feldspats alcalins i les plagiòclasis. Aquests serien els tipus **saturats** en SiO_2 , sense dèficit ni excès en aquest component, i són els que donen els noms bàsics del grup (entre 0 i 5% de Q). Els altres serien tipus **sobresaturats** (entre el 5 i el 20% de Q) o bé **subsaturats** (entre el 0 i 10% de F).

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

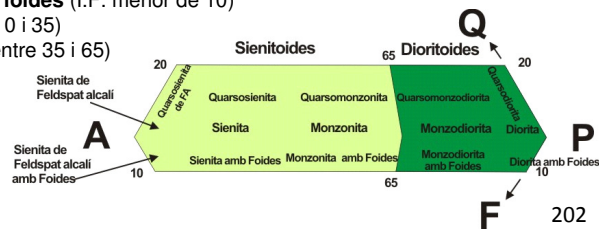
- I) **sienites de feldspat alcalí** (I.F. menor de 10)
- II) **sienites** (I.F. entre 10 i 35)
- III) **monzonites** (I.F. entre 35 i 65)

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)

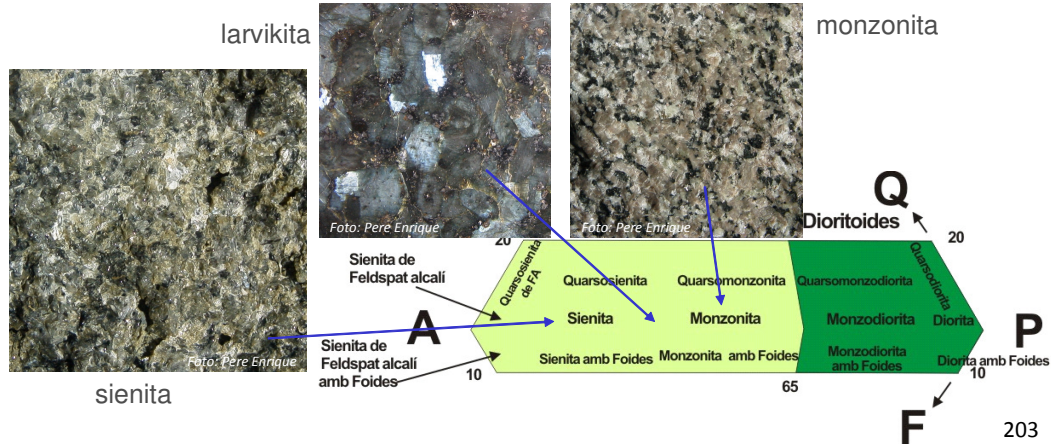
Els tipus subsaturats (entre el 0 i el 10% de F) formen una variació gradual cap a les roques plutòniques més riques en feldspatoids per increment progressiu de F i reben els noms dels tipus saturats seguits del complement "amb foides":

- I) **sienita de feldspat alcalí amb foides** (I.F. menor de 10)
- II) **sienita amb foides** (I.F. entre 10 i 35)
- III) **monzonites amb foides** (I.F. entre 35 i 65)



Com en el cas dels granits, les **sienites** solen ser relativament o molt pobres en minerals màfics (roques leucocràtiques). Els termes més rics en feldspats alcalins poden ser peralcalins i en aquest cas contenen egirina o amfibols sòdics (arvedsonita, riebeckita). Els termes amb més plagiòclasi solen ser biotítics, i en el cas de les **monzonites** trobem els tipus més rics en màfics on, a més de la biotita, hi sol ser relativament abundant la hornblenda.

Un cas particular d'aspecte molt característic és la **larvikita**. Es tracta d'una roca de gra molt gros (1-2 cm) formada essencialment per feldspats potàssics de color fosc amb reflexos blaus. Els feldspats potàssics, en realitat, contenen força exsolucions d'oligòclasi difícilment visibles amb el microscopi. Per aquesta raó la major part de les larvikites són **monzonites**. (Hatch et al., 1972). Els minerals màfics (distingibles al microscopi) són principalment **augita**, **fayalita** (o olivina rica en Fe), **apatit** i **biotita** rica en Fe (lepidomelana).



-vi) Els **foidosienitoïdes** comprenen les roques plutòniques amb un contingut en feldspatoïdes entre 10 i 60 i un I.F. entre 10 i 50:

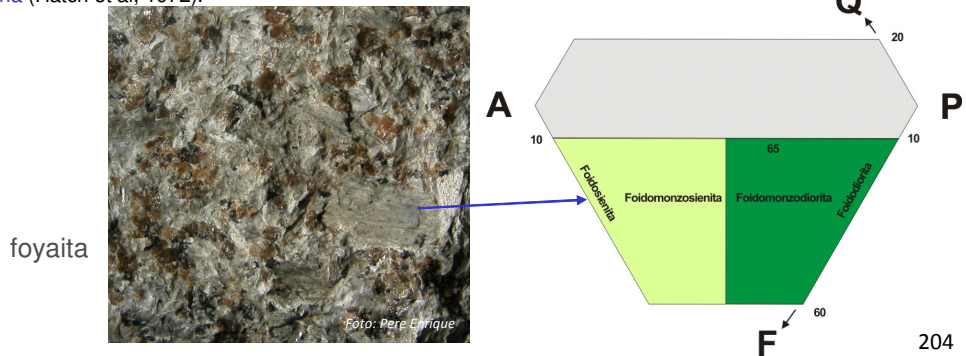
- I) **foidosienites** (I.F. entre 0 i 10)
- II) **foidomonzosienites** (I.F. entre 10 i 50)

D'aquestes roques les **foidosienites** formen un grup molt important i d'àmplia distribució. Les **foidomonzosienites**, en canvi, són roques poc freqüents.

Entre les foidosienites cal destacar per la seva abundància les **nefelino-sienites** (o **sienites nefelíniques**), de les quals la **foyaita** i la **malignita** són les més importants.

La foyaita és una roca força leucocràtica i correspon a un magma molt diferenciat (el seu equivalent volcànic seria una fonolita). Està constituïda per feldspat alcalí (feldspat potàssic perític -amb exsolucions d'albita-), nefelina i egirina.

La malignita, d'altra banda, és una roca molt màfica (aprox. 50%). Es tracta doncs d'una **mela-sienita**. El màfic principal és **augita egirínica**, mentre que els fèlsics estan constituïts per **ortosa** (25%) i la resta **nefelina** i **noseana** (Hatch et al, 1972).

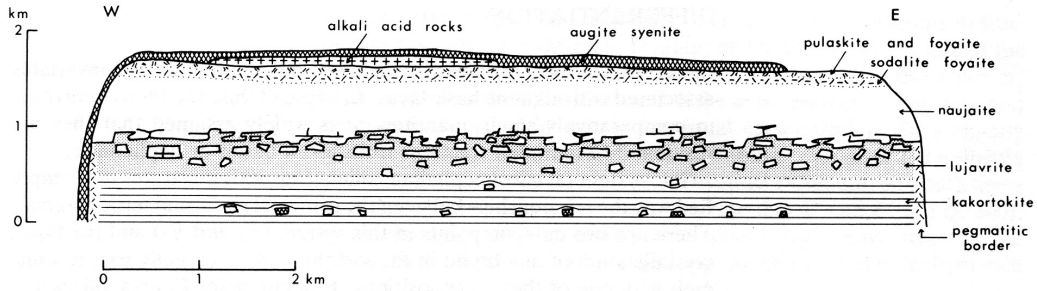


Capítol 2

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

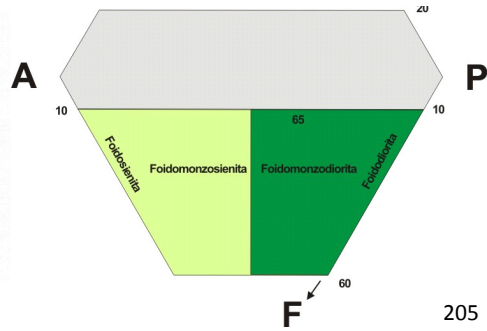
-vi) Els foidosienitoides

Intrusió d'Ilimaussaq (Grenlàndia Oriental) (Andersen et al, 1981, en Hall, 1987).



	Sodalite foyaite	Naujaite	Kakortokite	Green lujavrite	Black lujavrite
Alkali feldspars	32.8	25.7	37.7	39.5	31.1
Nepheline	10.4	9.9	22.0	15.0	20.2
Aegirine	9.4	6.6	8.0	32.2	5.4
Arfvedsonite	9.2	5.6	13.8	3.3	36.8
Eudialyte	3.2	4.9	10.9	10.0	6.5
Sodalite	18.7	40.2	0.7	—	—
Analcite	7.4	3.6	4.6	—	—
Natrolite	8.8	1.7	2.0	—	—

Eudialyte is $(Na,Ca,Fe)_6ZrSi_6O_{18}(Cl,OH)$.

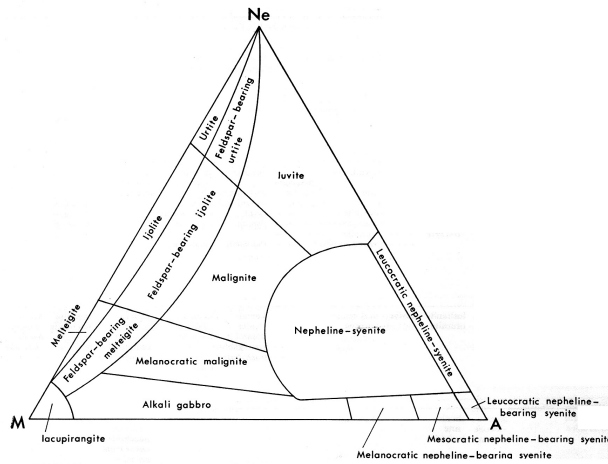


Capítol 2

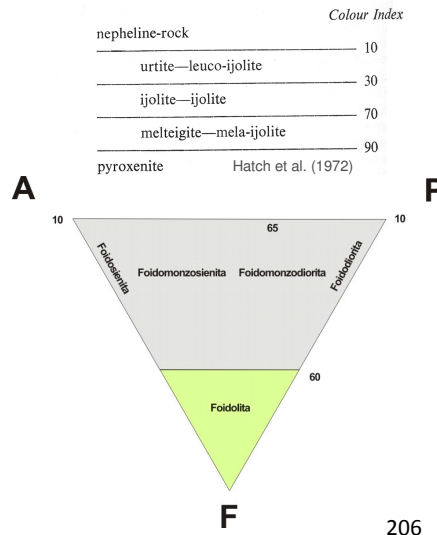
2.3.2.3.9. Descripció dels principals tipus de roques ígnies corresponents als camps definits en els diagrames de Streckeisen (Le Maitre, 2002).

viii) Les foidolites comprenen totes les roques plutòniques amb més d'un 60% de feldspatoids (en relació als feldspats). Són roques, per tant, constituïdes essencialment per feldspatoides i minerals mífics. Es poden classificar, per tant, segons el contingut en mífics. Les més importants contenen nefelina com a feldspatoide principal. Es distingeixen:

- I) **urtita** (nefelina entre 70 i 90%; la resta egirina)
- II) **ijolita** (nefelina i/o altres foids entre 30 i 70%; la resta egirina (o augita egirínica, diòpsid-hedenbergita, etc.)
- III) **melteigita** (nefelina 10-30%, la resta principalment egirina). Aquesta roca constitueix una transició cap a les roques ultramàfiques alcalines: **jacupirangites** (piroxenites).



Sarantsina & Shinkarev (1967), (En: Sørensen, 1974).



Petrologia Ígnia

Curs: 2012-2013

Teoria

3. Petrologia experimental: Fusió/cristal·lització

Professor
Pere Enrique

Gel en fusió

Meltwater stream on the surface of Forbindelses Glacier. View is to the east, with the rocks to the upper right being Nunatak 2. On this sunny day the surface of the glacier was alive with rivulets and streams of meltwater (E-Greenland, 2001). Foto: *Hollocher (2001)*

3.- Petrologia Experimental: Fusió i cristal·lització

➤ **3.1. Diagrames de fases d'un component.**

➤ **3.2. Diagrames de fases de 2 components.**

3.2.1. Inmiscibilitat de fases sòlides i líquides.

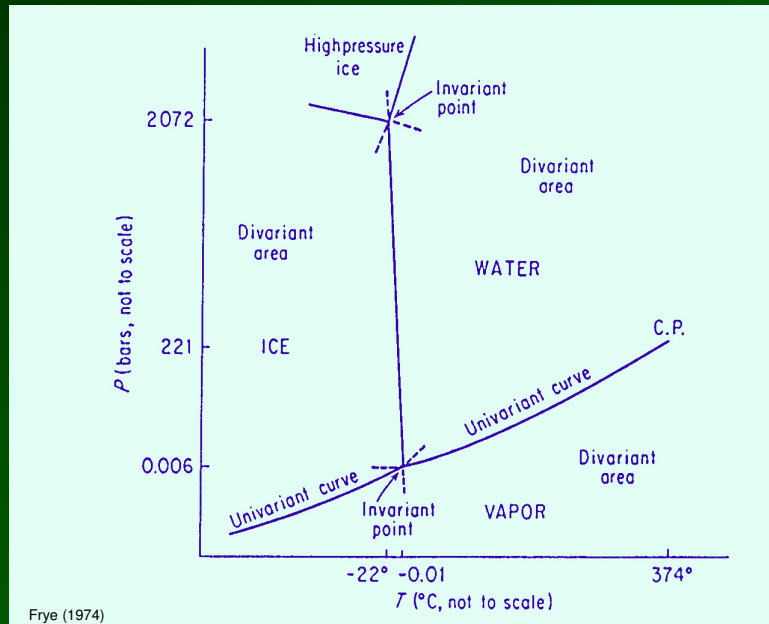
3.2.2. Inmiscibilitat de fases sòlides, miscibilitat total en estat líquid. Eutèctic. Diagrama T-t. Sistema **Di-An** (clinopiroxè-plagiòclasi càlcica).

3.2.3. Miscibilitat total en sòlid i en líquid. Sistemes **Ab-An** i **Fo-Fa**.

3.- Petrologia Experimental: Fusió i cristallització

3.1. Diagrames de fases d'un component

Els sistemes d'un component (en aquest exemple el H_2O) es representen en un diagrama PT. Les fases presents poden ser: sòlid, líquid, gas o fluid supercrític.



Frye (1974)

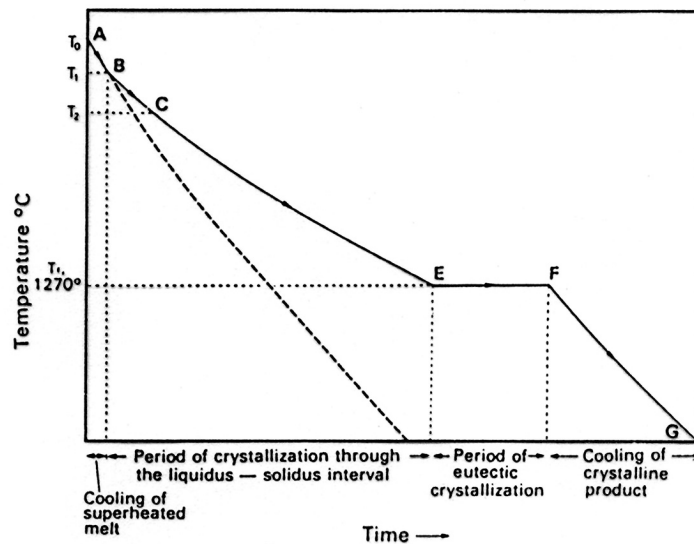
209

3.- Petrologia Experimental: Fusió i cristallització

Diagrama Temperatura-temps

En un diagrama Temperatura-Temps es representa la variació de la T (en aquest cas el descens) durant una extracció (o addició) de calor a ritme constant.

En aquest exemple (de dos components), una temperatura eutèctica es posa de manifest per l'estancament de la temperatura durant el temps que l'alliberament de la calor latent de fusió és equivalent a la pèrdua de calor del sistema.



Hughes, 1982

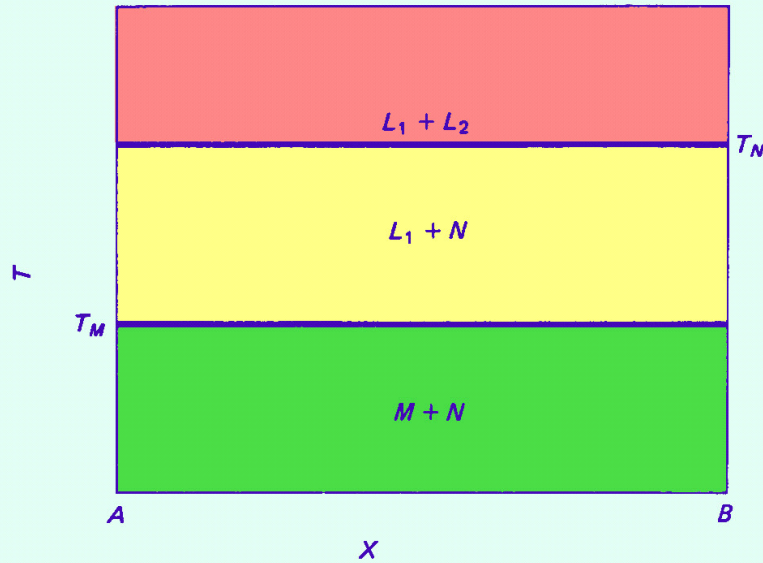
210

3.- Petrologia Experimental: Fusió i cristallització

3.2. Diagrames de fases de 2 components

3.2.1. Inmiscibilitat en fases sòlides i líquides.

En un sistema en el que els components són totalment immiscibles, tant en estat sòlid com en estat líquid, cada component conserva el seu punt de fusió en qualsevol proporció de mescla.



211

3.- Petrologia Experimental: Fusió i cristallització

3.1. Diagrames de fases d'un component

3.2. Diagrames de fases de 2 components

3.2.1. Inmiscibilitat de fases sòlides i líquides.

3.2.2. Inmiscibilitat de fases sòlides, miscibilitat total en estat líquid. Eutèctic. Diagrama T-t. Sistema Di-An, diòpsid-anortita.

(clinopiroxè-plagiòclasi càlcica: model de líquid basàltic molt simplificat).

3.2.3. Miscibilitat total en sòlid i en líquid. Sistemes **Ab-An** i Fo-Fa.

212

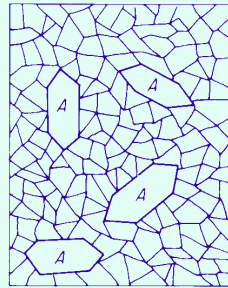
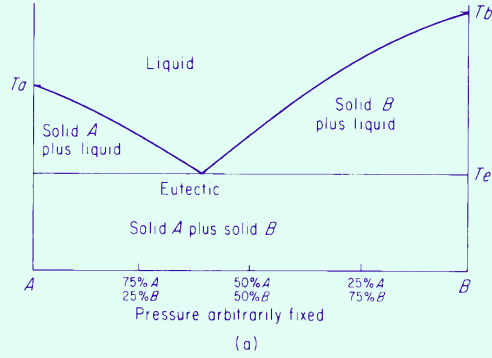
3.2.2. Inmiscibilitat de fases sòlides, miscibilitat total en estat líquid.

En un sistema binari amb eutèctic, la temperatura eutèctica sol ser inferior a la de qualsevol dels dos components purs.

La composició eutèctica té un únic punt de fusió.

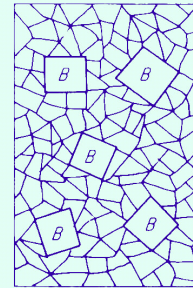
Qualsevol altra mescla en té dos: la d'inici de fusió (*solidus*), que és la T eutèctica, i la de fusió total (*liquidus*).

A la composició eutèctica cristal·litzen (o fonen) dues fases de composicions A i B simultàniament, en proporcions eutèctiques.



Crystals of A in groundmass of small crystals of A and B in eutectic proportions.

(b)



Crystals of B in groundmass of small crystals of A and B in eutectic proportions.

(c)

Frye (1974)

213

3.- Petrologia Experimental: Fusió i cristal·lització

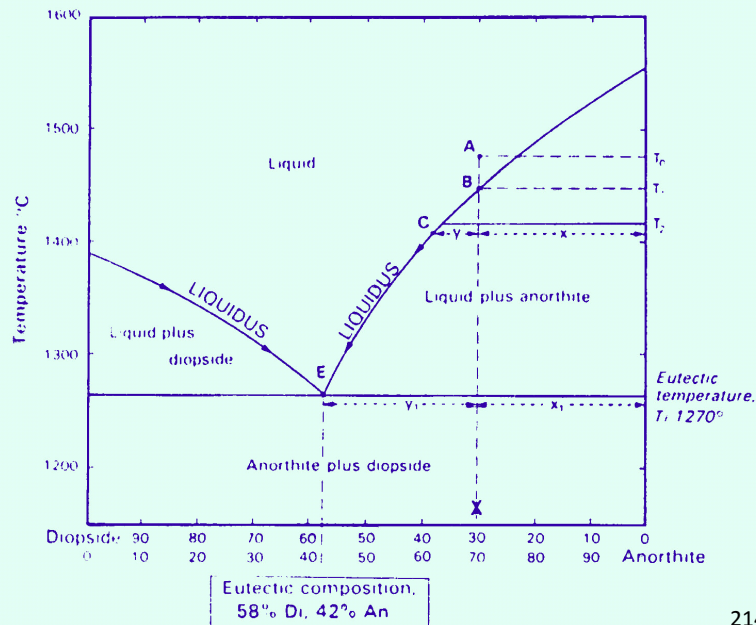
3.2.2. Inmiscibilitat de fases sòlides, miscibilitat total en estat líquid. Eutèctic.

Sistema Di-An
(clinopiroxè-plagiòclasi càlcica: líquid basàtic molt simplificat).

$$\%L = 100 \frac{x}{x+y}$$

$$\%S = 100 \frac{y}{x+y}$$

Hughes, 1982



214

3.- Petrologia Experimental: Fusió i cristal.lització

3.1. Diagrames de fases d'un component

3.2. Diagrames de fases de 2 components

3.2.1. Inmiscibilitat de fases sòlides i líquides.

3.2.2. Inmiscibilitat de fases sòlides , miscibilitat total en estat líquid. Eutèctic. Diagrama T-t. Sistema Di-An, diòpsid-anortita (clinopiroxè-plagiòclasi càlcica: model de líquid basàltic molt simplificat).

3.2.3. Miscibilitat total en sòlid i en líquid. Sistemes **Ab-An** i Fo-Fa.

215

3.- Petrologia Experimental: Fusió i cristal.lització

3.2.3.

Miscibilitat total en sòlid i en líquid.

Sistema **Ab-An** (Plagiòclasi)

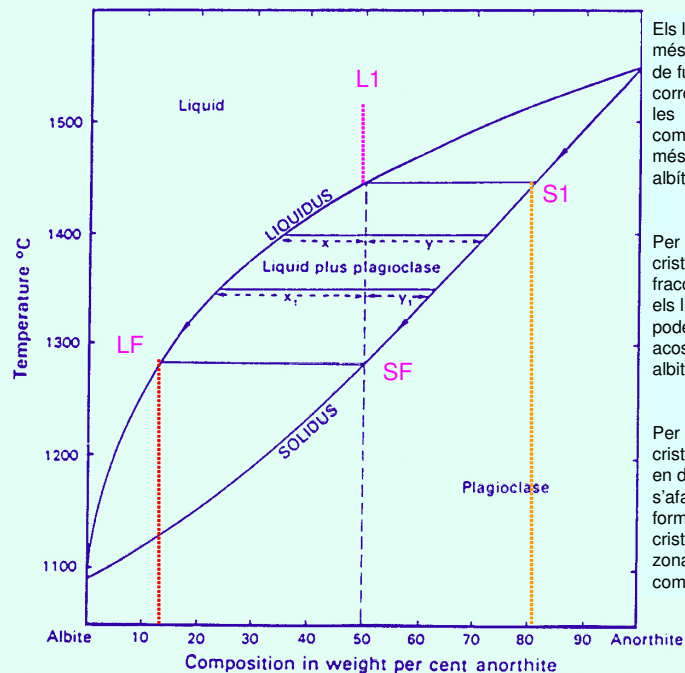
Cada mescla entre els dos components té el seu propi *solidus* i *liquidus*.

Només cristal·litza (o fon) una fase sòlida.

$$\%L = 100 \frac{y}{x+y}$$

$$\%S = 100 \frac{x}{x+y}$$

Hughes, 1982



Els líquids de més baixa T de fusió corresponen a les composicions més albitiques.

Per cristal·lització fraccionada els líquids poden acostar-se a la albita pura.

Per cristal·lització en desequilibri s'afavoreix la formació de cristalls amb zonació composicional.

216

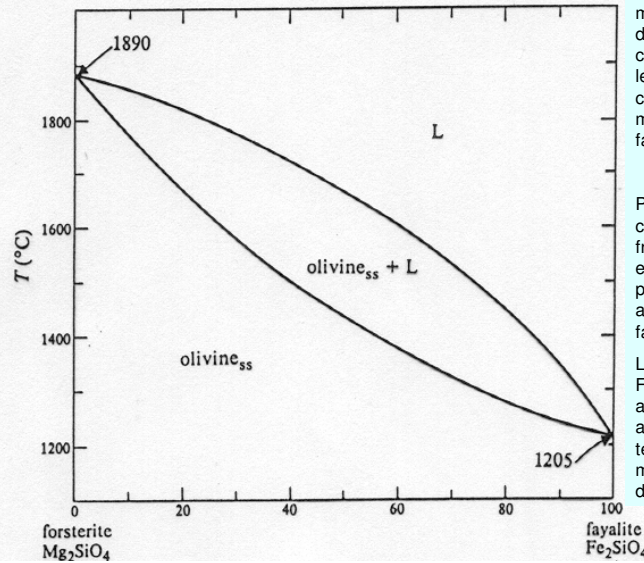
3.- Petrologia Experimental: Fusió i cristallització

3.2.3. Miscibilitat total en sòlid i en líquid.

Sistema Fo-Fa (Olivines)

Per cristallització en equilibri les últimes fraccions líquides estan enriquides en fayalita.

Per cristallització en desequilibri s'afavoreix la formació de cristalls amb zonació composicional.



Els líquids de més baixa T de fusió corresponen a les composicions més fayalítiques.

Per cristallització fraccionada els líquids poden acostar-se a la fayalita pura.

La relació Fe/Mg augmenta cap a temperatures més baixes dels líquids

217

Hughes, 1982

Bibliografia

Classe-5

FRYE, K. (1974): *Modern Mineralogy*. 325 p

HALL, A. (1987): *Igneous Petrology*. 573 pp. Longman Scientific & Technical.

HATCH, F.H., WELLS, A.K. & WELLS, M.K. (1975): *Petrology of the Igneous Rocks*. 551 pp. Thomas Murby & Co.

HOLLOCHER, K. (2001): *Field trip to the Skaergaard intrusion, east Greenland*

<http://minerva.union.edu/hollochk/skaergaard/index.htm>

HUGHES, C.J. (1982): *Igneous Petrology*. Elsevier. Amsterdam, 551 pp.

OYARZUN, R., MÁRQUEZ, A., LILLO, J. LÓPEZ, I. & RIVERA, S. (2001): *Giant versus small porphyry copper deposits of Cenozoic age in northern Chile: adakitic versus normal calc-alkaline magmatism*. *Mineralium Deposita*, 36: 794-798.

SØRENSEN, H. (ed) (1974): *The alkaline rocks*, 622 pp. Wiley, London