

MARIA BRUNO

Un caratteristico filone basico zonato a noduletti quarzosi
del M. Frerone (Adamello meridionale)

E' nota la ricchezza di filoni del settore meridionale dell'Adamello, dove, diramandosi dalla massa tonalitica, si intersecano in gran numero nelle formazioni sedimentarie incassanti filoni differenziati sia in senso aplitico sia in senso lamprofirico.

Di queste rocce filoniane troviamo già numerose notizie nella monografia di W. SALOMON sul gruppo dell'Adamello (v. bibl. n. 15) e nelle memorie di C. RIVA (bibl. n. 12 e 13); ma più recentemente la loro conoscenza fu approfondita dalle ricerche e dal rilevamento geologico-petrografico di A. BIANCHI e G. B. DAL PIAZ (v. bibl. n. 3, 4 e 5).

Nel complesso di filoni, più o meno differenziati in senso sialico o femico, che intersecano la parete meridionale del M. Frerone questi ultimi due autori distinguono due sistemi di filoni basici:

1) Un sistema, con andamento notevolmente inclinato, costituito essenzialmente da kersantiti e spessartiti orneblendiche.

2) Un sistema, di genesi più recente e con andamento quasi verticale, costituito da porfiriti anfibolico-pirosseniche, con o senza olivina, spesso zonate e che presentano nella parte più interna una caratteristica punteggiatura bianca di noduletti quarzosi.

Allo scopo di poter stabilire la composizione chimica di quest'ultimo fascio filoniano e precisare la variazione di composizione chimica e mineralogica nelle diverse parti zonate di uno stesso filone, e per cercare inoltre la ragione

della contrastante coesistenza di olivina e di noduli quarzosi nella stessa roccia, mi fu affidato dal Prof. A. BIANCHI lo studio dettagliato di uno di questi interessanti filoni zonati ⁽¹⁾.

I campioni studiati provengono da uno dei filoni costituenti il fascio parallelo che dalla testata di Val Bona prosegue in direzione della cima del Frerone, poco sopra la strada mulattiera che provenendo da passo Cadino interseca il sistema filoniano predetto sulla parete meridionale del Frerone.

Il filone in esame della potenza di un metro circa e il fascio filoniano a cui appartiene sono rappresentati nella tav. XIII dell'Atlante geologico-petrografico dell'Adamello meridionale (v. bibl. n. 4).

Nella fig. n. 1 qui allegata è rappresentata la parte del filone presa in particolare studio.

Fra due salbande di grana più fine e di colore verde nerastro più intenso si trovano due fasce più chiare di tinta grigio verde, all'interno delle quali si ripete per pochi centimetri una facies analoga a quella delle salbande.

Tutta la parte mediana del filone presenta invece una struttura meno compatta, a grana più evidente, di color grigio verde, punteggiata di bianco dai noduletti di quarzo.

Sono queste le varie facies che ho preso in esame sia per lo studio chimico che per lo studio microscopico.

1) *Facies anfibolico pirossenica, a noduletti quarzosi nella parte mediana del filone.*

Il campione proviene dalla parte centrale del filone basico zonato. All'aspetto macroscopico la roccia ha una

(1) Al Prof. BIANCHI ANGELO, che ha gentilmente messo a mia disposizione l'interessante materiale da lui raccolto e che mi ha guidato nella ricerca sperimentale e nella discussione dei risultati, esprimo anche qui i miei ringraziamenti.

tinta grigio verdastra, una struttura microgranulare e qua e là spiccano dei noduletti chiari di quarzo.

L'esame microscopico mostra il predominio assoluto degli elementi colorati rispetto a quelli incolori. Prevalgono fra i primi gli anfiboli in duplice generazione: alcuni individui abbastanza sviluppati e idiomorfi risaltano in una massa granulare costituita da elementi più piccoli dello stesso minerale; ai quali si associano in quantità minore cristallini di pirosseno, granuli di epidoto, elementi di plagioclasio e, in quantità subordinata, granuli di quarzo e di magnetite.

I cristalli di anfibolo sono riferibili ad una orneblenda verde bruniccia e presentano spesso un fenomeno di zonatura, con tendenza al tipo dell'orneblenda verde verso il bordo e al tipo dell'orneblenda bruna nella parte interna. Il pleocroismo non è molto marcato offrendo i seguenti caratteri: α = giallo chiaro, β = giallo bruno o bruno verdognolo, γ = bruno chiaro o bruno verde e assorbimento: $\beta = \gamma > \alpha$.

L'angolo di estinzione su (010) è $c : \gamma = 18^\circ$, con piccole variazioni attorno a questo valore medio nei cristalli zonati.

Il pirosseno che, come ho detto, si trova in quantità subordinata rispetto agli elementi anfibolici è una augite poco ferrifera, incolora in sezione sottile, con angolo di estinzione $c : \gamma = 50^\circ$.

Lo sviluppo degli individui pirossenici è generalmente intermedio fra quelli delle due generazioni dell'anfibolo.

Si notano anche accrescimenti regolari dell'orneblenda sull'augite.

Mal determinabili i plagioclasii, piccoli, raramente idiomorfi o addirittura allotriomorfi, privi o quasi di geminazione polisintetica e nettamente zonati. Sono in genere più o meno alterati con formazione di zoisite e di sericite. La prevalenza della prima sulla seconda, fra i prodotti secon-

dari di trasformazione del plagioclasio, fa ritenere che si tratti di termini ricchi di calcio, il che è confermato dai valori dell'indice di rifrazione molto superiori a quello della collolite e da qualche incerta determinazione degli angoli di estinzione in rari geminati albite.

L'epidoto si trova sempre in granuli o chiazze irregolari di colore giallognolo con lieve pleocroismo, birifrangenza relativamente elevata e colori di polarizzazione tipicamente anomali. Si tratta indubbiamente di un termine piuttosto ferrifero della famiglia.

Sparsi qua e là nella roccia in quantità subordinata a tutti gli altri componenti già ricordati si trovano anche piccoli granuletti allotriomorfi di quarzo.

Come accessori si osservano: magnetite in cristallini diffusi nella roccia, e pirite, calcite e clorite rappresentate solo qua e là in tracce.

Come già ho accennato si trovano poi sparsi in mezzo all'aggregato cristallino della roccia alcuni noduli di quarzo a contorno arrotondato o sinuoso che presso il bordo presentano un'orlatura femica costituita da una minuta generazione cristallina di orneblenda e di augite (v. fig. 2).

La *composizione chimica* di questa facies è rappresentata dai risultati della seguente analisi:

SiO ₂	48,42	MgO	8,57
TiO ₂	0,56	CaO	11,20
P ₂ O ₅	0,16	Na ₂ O	2,08
Al ₂ O ₃	16,33	K ₂ O	0,69
Fe ₂ O ₃	3,57	CO ₂	0,32
FeO	4,78	H ₂ O-	0,71
MnO	0,17	H ₂ O+	2,72
			<hr/>
			99,97

Formula di Niggli:

Si 111; al 22,0; fm 44,9; c 27,5; alc 5,6; k 0,10;
mg 0,65; p 0,17; ti 0,96; c/fm 0,61

Formula Osann:

s 52,37; A 2,65; C 7,71; F 26,22; a 2,2; c 6,3;
f 21,5; k 0,91; n 8,31

Dal confronto con i tipi magmatici di NIGGLI risulta che questa roccia per la sua composizione chimica, appartiene al gruppo dei magmi gabbriici, scostandosi un poco dal tipo gabbriico normale per valore più basso di « fm » e più alto di « c », cioè accostandosi ai tipi dei gabbri « calcico », « miharaitico » e « pirossenico ».

La formula secondo il metodo di OSANN riconferma la classificazione indicata, poichè il punto rappresentativo nel diagramma triangolare cade assai vicino al punto che rappresenta la composizione media delle rocce gabbriiche.

2) *Facies anfibolico-pirossenica microcristallina, compatta, alla salbanda del filone.*

Al margine esterno del filone, presso la roccia incassante, trovasi una facies che si distingue dalla precedente per una struttura più minuta e più compatta, per una tinta grigio verde un po' più scura e per la mancanza dei noduletti di quarzo che caratterizzano la precedente zona centrale del filone.

Al microscopio colpisce anzitutto la struttura microcristallina determinata da un fitto intreccio di individui aciculari di anfibolo, che rappresenta l'elemento prevalente, associati a plagioclasio, a pirosseno e a granuli accessori di magnetite e di apatite. In questa massa fondamentale più minuta spiccano per dimensioni un po' maggiori alcuni cristalli idiomorfi di anfibolo e di pirosseno e chiazze di epidoto, determinando una struttura microporfirica.

L'anfibolo è costituito da un termine non molto colorato delle orneblende che offre un pleocroismo relativamente poco accentuato, con tonalità:

α = giallo chiaro, β = bruno verdognolo chiaro, γ = verde chiaro, e assorbimento: $\gamma > \beta > \alpha$; estinzione su (010) c: $\gamma = 18^\circ$.

I cristalli sono spesso geminati secondo (100).

Il pirosseno, incolore in sezione sottile, è sempre nettamente idiomorfo, presenta valore di estinzione sulle lamine (010) c: $\gamma = 49^\circ$, rivelando una composizione di tipo augitico. In alcuni individui la estinzione graduale a settori mostra la caratteristica zonatura a clessidra, con valori estremi di estinzione compresi fra 43° e 50° .

Si osserva qua e là qualche accrescimento regolare di pirosseno su anfibolo.

L'epidoto è sempre in plaghe irregolari, con leggere tinte giallognole, debolissimo pleocroismo e colori di interferenza anomali relativamente elevati, denotando termini non molto ferriferi della famiglia degli epidoti.

Il plagioclasio si rivela come un termine ricco di calcio di tipo labradoritico, ma una sua determinazione precisa non riesce tuttavia per la piccolezza degli individui, la loro associazione con gli anfiboli e la scarsa irregolare geminazione.

Come elemento secondario nella roccia si nota anche la zoisite, in granulazioni minute concentrate a nidi, che derivano evidentemente dalla saussuritizzazione del plagioclasio.

Qua e là piccole chiazze di sostanza serpentinosi si rivelano pure di genesi secondaria da minerali femici, di cui non è possibile riconoscere la natura primaria.

Tracce di calcite si associano talora all'epidoto.

Fra i componenti accessori della roccia possiamo citare anche la presenza di rari granuli allotriomorfi di quarzo, di cui è possibile accertare il carattere ottico uniascico positivo.

Infine fra i componenti accessori si trovano, oltre alla magnetite e all'apatite già ricordate, piccoli granuli di piritite limonizzata.

L'analisi chimica ha dato per questa facies la composizione seguente:

SiO ₂	49,04	MgO	7,35
TiO ₂	0,76	CaO	9,20
P ₂ O ₅	0,11	Na ₂ O	2,79
Al ₂ O ₃	17,03	K ₂ O	0,86
Fe ₂ O ₃	4,85	H ₂ O ⁻	0,48
FeO	3,41	H ₂ O ⁺	0,87
MnO	0,88		<hr/> 99,63

Formula Niggli:

si 119; al 24,3; fm 44,0; c 24,0; alc 7,7; k 0,12;
mg 0,60; p 0,12; ti 1,38; c/fm 0,54

Formula Osann

s 54,61; A 3,51; C 7,54; F 23,29; a 3,1; c 6,6;
f 20,3; k 0,91; n 8,47

Le formule magmatiche ci consentono di classificare anche questa facies nel gruppo delle rocce gabbriche della serie alcali calcica, e più precisamente di inquadrarla, secondo la classificazione NIGGLI, fra i tipi del gabbro calcico e del gabbro miharaitico.

3) *Facies anfibolica ad epidoto della zona verde chiara, all'interno della precedente facies di salbanda.*

La struttura è microcristallina; costituita in prevalenza di cristallini aciculari di anfibolo, nei cui vani si annidano, con carattere allotriomorfo, elementi di plagioclasio, di epidoto, di quarzo. Come accessori si osservano ancora granuli di magnetite e di pirite e cristallini aciculari di apatite.

L'anfibolo in cristalli prismatici allungati, più o meno idiomorfi, è rappresentato da un tipo di orneblenda poco colorata e poco pleocroica, con tinte giallo-bruniccie e bruno-verdognole chiare. I cristalli sono frequentemente gemi-

nati secondo (100) ed hanno orientazione ottica: $b = \beta$ e $c : \gamma = 17^\circ - 18^\circ$.

L'epidoto si trova in quantità molto subordinata rispetto all'anfibolo e costituisce plaghe irregolari oppure, più frequentemente, aggregati fibroso raggiati di color giallo a lieve, ma tuttavia sensibile, pleocroismo, con tinte: $\alpha =$ giallo chiarissimo o incoloro, $\beta =$ giallo verdognolo, $\gamma =$ giallo citrino, con i caratteristici colori anomali di polarizzazione, compresi entro il primo ed il secondo ordine, e con segno dell'allungamento secondo β talora positivo. Si tratta quindi di un tipo di epidoto abbastanza ferrifero.

Qualche raro aggregato a struttura lamellare con birifrangenza bassissima, colore verdognolo pallido, estinzione quasi parallela alle lamelle e segno positivo della zona di allungamento, si rivela costituito da una clorite del tipo della pennina.

La piccolezza dei granuli allotriomorfi e la mancanza di netta geminazione polisintetica non consentono una precisa determinazione del plagioclasio, il quale, a giudicare dei valori degli indici, sempre molto superiori al valore dell'indice di rifrazione della collolite, si può considerare un termine ricco di calcio, il che è confermato anche dall'analisi chimica della roccia.

Il quarzo, che pure ho citato fra gli elementi della roccia, si trova qua e là in piccoli granuli allotriomorfi rispetto all'anfibolo, incolori, trasparenti, con bassa birifrangenza e carattere uniassico positivo; ma i granuli di quarzo si concentrano nelle immediate vicinanze degli aggregati sferulitici di epidoto, dove talvolta appaiono anche idiomorfi rispetto all'epidoto. Infatti al confine con questo o fra le fibre epidotiche i cristallini di quarzo assumono netto contorno esagonale. Nel complesso questa associazione cristallina di quarzo granulare e di epidoto fibroso raggiato sembra costituire il riempimento di piccole geodine, sparse

qua e là nella roccia, nelle quali l'epidoto rappresenterebbe l'ultimo prodotto di cristallizzazione tardiva di origine secondaria idrotermale.

La *composizione chimica* di questa roccia è rappresentata dei seguenti dati :

SiO ₂	46,74	MgO	5,16
TiO ₂	0,84	CaO	14,48
P ₂ O ₅	0,10	Na ₂ O	1,56
Al ₂ O ₃	18,98	K ₂ O	0,27
Fe ₂ O ₃	4,80	H ₂ O ⁻	0,26
FeO	3,40	H ₂ O ⁺	3,14
MnO	0,14	S	tracce
			<hr/>
			99,87

Formula Niggli :

si 110; al 26,2; fm 33,4; c 36,4; alc 4,0; k 0,10;
mg 0,54; p 0,10; ti 1,48; c/fm 1,09

Formula Osann :

a 53,11; A 1,87; C 10,55; F 22,51; a 1,6; c 9,1;
f 19,3; k 0,96; n 8,97

Le formule magmatiche stanno ad indicare una composizione leucogabbrica, che si avvicina a quella del tipo « gabbro ossipitico » di NIGGLI.

4) *Facies anfibolica ad epidoto e pirosseno della seconda zona chiara fra la salbanda e la parte centrale del filone.*

Questa facies, pur avendo nel complesso, composizione mineralogica analoga a quella dell'altra zona chiara già descritta, se ne distingue per alcuni caratteri differenziali che espongo brevemente :

Si nota anzitutto la comparsa dell'augite, che manca nella facies precedente e che tuttavia anche qui trovasi in quantità subordinata rispetto agli altri componenti essen-

ziali, che, in ordine di importanza, sono: anfibolo, plagioclasio ed epidoto.

L'anfibolo, con abito aciculare e nettamente idiomorfo, ha carattere più deciso di orneblenda verde bruniccia, con un pleocroismo più sensibile e con tendenza all'orneblenda verde alla periferia ed all'orneblenda verde bruna all'interno dei cristalli. Assume perciò caratteri più simili a quelli dell'anfibolo che trovasi nella parte interna del filone.

Il plagioclasio offre caratteri di geminazione secondo la legge dell'albite a poche, ma nette lamelle che consentono, a differenza delle facies precedenti, una sicura determinazione in base agli angoli massimi di estinzione in zona normale a (010). Ho misurato: 34° al centro, 18° alla periferia dei cristalli più distintamente zonati, ricavando una composizione compresa fra una labradorite al 62% An e una andesima al 35% An.

Fra i componenti accessori si trova anche qualche plaga di calcite, che si associa generalmente agli aggregati sferulitici di epidoto ed al quarzo, come minerali di riempimento nelle piccole geodine della roccia.

5) *Facies anfibolica compatta ad augite microcristallina, compresa fra le due zone chiare.*

Nel complesso questa facies è analoga alla facies di salbanda, ma con caratteri di transizione fra questa e la facies centrale del filone. Ritengo quindi superfluo darne una particolare descrizione.

6) *Facies anfibolico-pirossenica a noduletti quarzosi, che costituisce la parte centrale dello stesso filone, a quota più elevata.*

La struttura è distintamente porfirica. I fenocristalli sono costituiti in prevalenza da individui nettamente idio-



Fig. 1 — Filone zonato di porfiriti anfibolico-pirosenica nei calcari marnosi del M. Frerone. Verso le salbande risaltano le due zone più chiare epidotiche, mentre nella zona centrale sono visibili i caratteristici noduletti di quarzo. (1/20 circa della grandezza naturale).

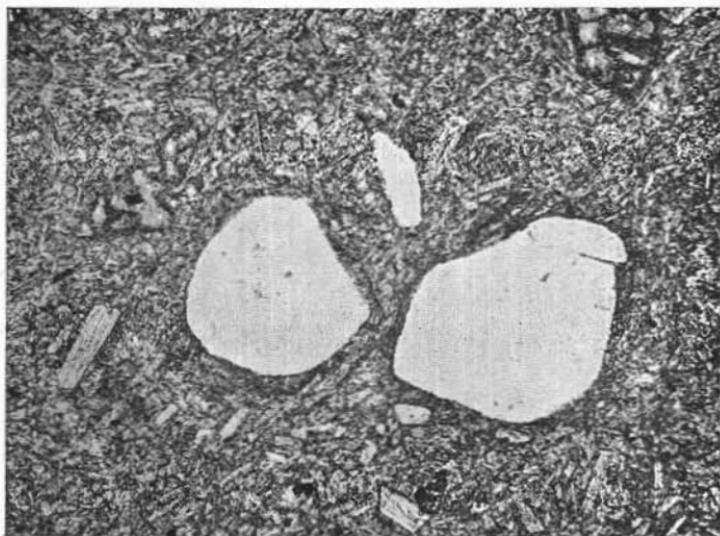


Fig. 2 — Microfotografia della facies centrale anfibolico-pirosenica ad olivina, con noduli di quarzo parzialmente riassorbiti e circondati da una aureola microcristallina a prevalente pirosseno. (ingrand. circa $\times 20$).

morfi di orneblenda bruna e di augite. La prima ha distinto pleocroismo con colori:

α = giallo chiaro, $\beta = \gamma$ = bruno non molto intenso, con assorbimento $\gamma = \beta > \alpha$; angolo di estinzione $c : \gamma = 18^\circ$.

Il pirosseno, incolore in sezione sottile, è di tipo augitico come rivela l'angolo di estinzione $c : \gamma = 47^\circ-48^\circ$.

Come interclusi di prima generazione si trovano anche alcuni individui con abito rombico abbastanza idiomorfi, completamente trasformati in serpentino e talco, ai quali si associano piccoli granuli di magnetite. Per quanto non rimanga più nulla del minerale originario tuttavia l'abito, i prodotti caratteristici di alterazione e il modo di procedere di questa a grosse maglie, sono tipici dell'olivina (¹).

La massa fondamentale della roccia è costituita da un aggregato granulare costituito in prevalenza da una seconda generazione microcristallina di orneblenda e di augite, ai quali si associano in quantità accessoria microliti di plagioclasio calcico non meglio determinabile, granuli di magnetite, minute chiazze serpentinose.

Qua e là nella roccia si trovano poi delle isole costituite da elementi di quarzo fortemente riassorbito e circondato come da un'aureola di pirosseno augitico.

È presente anche un po' di sostanza vetrosa.

La *composizione chimica* è espressa dalla seguente analisi:

SiO ₂	47,88	MgO	9,55
TiO ₂	0,76	CaO	10,10
P ₂ O ₅	0,10	K ₂ O	1,02
Al ₂ O ₃	17,42	Na ₂ O	2,04
Fe ₂ O ₃	3,44	H ₂ O ⁻	0,58
FeO	4,07	H ₂ O ⁺	2,52
MnO	0,19		<hr/> 99,76

(¹) Resti sicuri di questo minerale non del tutto serpentinzato ho potuto osservare in altra sezione della stessa facies filoniana.

Formula Niggli:

si 110; al 23,3; fm 46,2; c 24,5; alc 6,0; k 0,25;
mg 0,70; p 0,14; ti 1,22; c/fm 0,53

Formula Osann:

s 52,35; A 2,84; C 8,77; F 24,95; a 2,3; c 7,2;
f 20,5; k 0,87; n 7,54

Le formule magmatiche, sia col metodo di OSANN che col metodo di NIGGLI permettono di precisare che la composizione della roccia è di tipo gabbrico normale.

Rapporti di composizione chimico-mineralogica fra le varie zone dello stesso filone.

Il primo problema che si presenta, dopo la descrizione particolareggiata delle varie facies, è l'esame dei rapporti di composizione chimico-mineralogica fra le varie zone dello stesso filone.

Dal confronto delle analisi e delle formule magmatiche già riportate si può dedurre che la variazione di composizione chimica è molto piccola fra la zona centrale (facies 1 e 6) e la zona compatta, che trovasi alla salbanda del filone (facies n. 2), mentre da queste si differenzia più nettamente la facies (n. 3) che costituisce le zone più chiare comprese fra il centro e la salbanda, e che appare nettamente più ricca di alluminio e calcio e più povera di magnesio e di alcali.

Nel quadro seguente riporto le formule magmatiche secondo il metodo NIGGLI dei quattro tipi analizzati, assieme alle formule che rappresentano la composizione media di alcuni dei tipi di magmi gabbrici stabiliti dallo stesso autore.

Formule magmatiche secondo il metodo Niggli.

	si	al	fm	e	alc	k	mg	p	ti	c/fm	Q ^z
Gabbro normale	108	21	51	22	6	0.20	0.50	—	—	0.43	—16
N.º 6)	110	23.3	46.2	24.5	6.0	0.25	0.70	0.14	1.22	0.53	—14
N.º 1)	111	22	44.9	27.5	5.6	0.10	0.65	0.17	0.96	0.61	—11
N.º 2)	119	24.3	44.0	24.0	7.7	0.12	0.60	0.12	1.38	0.54	—12
N.º 3)	110	26.2	33.4	36.4	4.0	0.10	0.54	0.10	1.48	1.09	—6
media	112	24.0	42.1	28.1	5.8	0.14	0.62	0.13	1.26	0.69	—11
Gabbro calcico	100	25	46	25	4	0.10	0.70	—	—	0.54	—16
G. miha- raitico	130	23	42	27.5	7.5	0.20	0.50	—	—	0.65	0
G. piro- senico	100	23.5	40.5	31.5	4.5	0.20	0.70	—	—	0.77	—18
G. ossi- pitico	110	30	35	30	5	0.15	0.60	—	—	0.86	—10

Da queste formule si può dedurre che la composizione media delle varie facies del filone è di tipo gabbriaco e si avvicina specialmente al « gabbro miharaitico » e al « gabbro pirossenico » precisati dal NIGGLI, presentando valori intermedi fra questi.

Considerando in particolare le singole facies si nota che le formule magmatiche per la zona centrale del filone (1; 6) e per le zone di salbanda (2) si inquadrano nel gruppo dei magmi gabbriaci della serie alcali calcica, localizzandosi fra il tipo gabbriaco normale ed i tipi gabbriaci un po' più ricchi di calcio ed un po' meno femici, distinti, coi nomi di « gabbro calcico », « gabbro miharaitico » e « gabbro pirossenico ».

Le zone chiare (3) si differenziano più nettamente da queste; e la corrispondente formula magmatica si avvicina a quella dei magmi leucogabbriaci, nettamente meno femici e ricchi di calcio, accostandosi notevolmente al tipo del « gabbro ossipitico ».

Lo stesso motivo, con un netto distacco del tipo 3, è

indicato dalle formule OSANN. Infatti le facies 1, 2, 6 prendono posizione nel diagramma in punti molto vicini fra di loro ed attorno al punto rappresentativo della composizione media dei gabbri, col quale viene a coincidere la composizione media del filone; la facies 3 si scosta invece sensibilmente da questi per un più alto valore di « c » e coefficienti minori di « a » ed « f ».

Formule per la rappresentazione diagrammatica di Osann.

	S	A	C	F	a	c	f	k	n
N.º 6)	52.35	2.84	8.77	24.95	2.3	7.2	20.5	0.87	7.54
N.º 1)	52.37	2.65	7.71	26.22	2.2	6.3	21.5	0.91	8.31
N.º 2)	54.61	3.51	7.54	23.29	3.1	6.6	20.3	0.91	8.47
N.º 3)	53.11	1.87	10.55	22.51	1.6	9.1	19.3	0.96	8.97
media	53.11	2.72	8.64	24.24	2.3	7.3	20.4	0.91	8.32
Gabbro tipico	51.87	—	—	—	2.5	7	20.5	—	8.3

Per quanto riguarda la composizione mineralogica si possono rilevare le seguenti differenziazioni di facies nelle varie zone descritte. In tutte prevale fra i componenti essenziali l'anfibolo, costituito da un termine di transizione fra l'orneblenda verde e l'orneblenda bruna. All'anfibolo si accompagna in quantità variabile il pirosseno, che tende a scomparire nelle zone chiare, cosicchè la zona chiara più interna appare povera di augite e l'altra più vicina alla salbanda ne è priva.

Fra i componenti femici della zona centrale si deve ricordare anche la presenza di olivina, essenzialmente trasformata in un aggregato di serpentino e talco. L'olivina non compare però in tutto il decorso del filone, ma si riscontra piuttosto nella parte più elevata, cioè verso la cresta del monte ed è presente tuttavia in quantità subordinata rispetto agli altri due elementi femici essenziali.

L'epidoto si trova in piccola quantità in tutte le facies; però assume importanza specialmente nelle zone chiare, dove si accentra in piccole plaghe a struttura fibroso-raggiata e dove è accompagnato da quarzo e da calcite.

Il plagioclasio è rappresentato da termini di composizione media labradoritica. Tale composizione, che varia fra il 62 ed il 35%. An per zonatura, è precisabile solo nelle zone chiare dove il feldispato ha ancora un certo grado di idiomorfismo e una netta geminazione secondo la legge dell'albite. Nelle altre facies il componente feldispatico è nettamente allotriomorfo e non presenta geminazione polisintetica, cosicchè rimane difficilmente determinabile.

Altro componente interessante è il quarzo, che in quantità subordinata compare in ogni zona del filone in piccoli granuletti allotriomorfi, ma che soprattutto diviene caratteristico nella zona mediana, dove risalta anche ad occhio nudo costituendo numerosi noduli bianchi che spiccano nella massa grigio verde del filone. Queste isole di quarzo presentano un caratteristico bordo arrotondato o sinuoso così da ricordare in certo modo i ben noti fenocristalli di quarzo dei porfidi quarziferi. Altra caratteristica è la concentrazione al bordo di queste isolette di quarzo di una minuta cristallizzazione di augite (talora accompagnata da orneblenda).

Genesi dei noduletti quarzosi.

La presenza di questo quarzo contrasta nettamente con la composizione mineralogica e chimica della roccia. Infatti il coefficiente Q_x nelle formule magmatiche di NIGGLI è in tutte le facies negativo, indicando la mancanza di silice libera. Inoltre si trova talvolta l'olivina in quella parte centrale del filone dove compaiono e sono più tipici i noduletti di quarzo.

Si sarebbe condotti a concludere che il quarzo rappresenti un elemento estraneo sotto forma di inclusi enalogeni entro la roccia filoniana. Questa ipotesi sembrerebbe attendibile soprattutto per quanto riguarda i noduletti di quarzo che, entro la loro aureola di pirosseno, possono far pensare a qualche cosa di estraneo incluso fra gli altri elementi della roccia; ma risulta meno persuasiva quando si pensa che il quarzo appare qua e là anche in minuti granuli allotriomorfi più intimamente associato ai componenti femici.

La presenza di quarzo in interclusi granulari arrotondati, fu già segnalata anche da CARLO RIVA in due filoni di rocce femiche dello stesso settore meridionale dell'Adamello, e precisamente nelle porfiriti orneblendiche ad augite del Passo Laione e di Mignone (presso Breno) (bibl. n. 12 e 13). Si tratta di rocce di composizione mineralogica analoga a quella del filone da me studiato con una percentuale tuttavia un po' più elevata di plagioclasio che, oltre che nella massa fondamentale, compare anche fra i fenocristalli.

Il parziale riassorbimento periferico degli interclusi di quarzo, l'aureola di microliti pirossenici che li circonda e soprattutto il concentrarsi attorno ad essi di massa fondamentale compatta, microcristallina vetrofirica, condusse il RIVA a ritenere probabile la natura allotigena degli interclusi di quarzo.

Per quanto riguarda il gruppo dell'Adamello non troviamo nella bibliografia nessun altro caso analogo a cui riferirci per l'interpretazione del problema relativo alla presenza caratteristica di noduli di quarzo in filoni basici. Possiamo invece trovare motivi interessanti di comparazione in un recente lavoro di L. REYNOLDS sui filoni lamprofirici a xenoliti di quarzo dell'Irlanda e della Scozia.

REYNOLDS nel 1938 (bibl. n. 11) ha studiato particolarmente un lamprofiro di vogesite orneblendica presso Kir-

kubbin nella penisola di Ards, contea di Down nell'Irlanda. Si tratta di un filone ricco di orneblenda verde bruna, associata a pirosseno ed a feldispati alcalini, con accessori clorite, quarzo, epidoto, calcite, ematite ed apatite. Il maggior interesse è rappresentato in tale roccia da xenoliti di quarzo in granuli arrotondati o angolosi ed in vene, circondati spesso da aloni di feldispati alcalini. Questa feldispatizzazione che risulta di natura metasomatica si spinge dentro gli stessi granuli di quarzo. La presenza di xenoliti è limitata alla parte centrale del filone, poichè nella salbanda si trova una facies marginale libera da inclusioni quarzose.

Fenomeni analoghi furono descritti nel 1936 da KENNEDY W. Q. e READ H. H. (v. bibl. n. 9) in un filone lamprofirico di Newmains nel Dumfriesshire in Scozia. Questo filone è costituito da una spessartite a facies eterogenea, con concentrazioni più femiche ricche di orneblenda e plaghe più sialiche povere di elementi femici. Carattere eterogeneo che gli autori considerano come risultante da una differenziazione per cristallizzazione, con effetto di filtropressa, da un magma originariamente omogeneo. Però REYNOLDS ritiene anche possibile l'interpretazione della eterogeneità come risultante di metasomatosi di inclusi estranei sedimentari. Lo stesso autore descrive anche per questo filone la presenza qua e là di interclusi di quarzo e di vene quarzose circondate da un bordo di feldispatizzazione che assume talora facies pegmatitica. Per entrambi i casi l'autore interpreta gli elementi di quarzo come interclusi xenolitici estranei alla roccia; ed attribuisce il fenomeno della feldispatizzazione marginale dei xenoliti ad un processo metasomatico del quarzo dovuto all'apporto di sostanze fluide o gassose, che hanno determinato un arricchimento specialmente di allumina e di alcali e soprattutto di potassio, che rappresenta l'elemento più mobile fra quelli di nuovo apporto.

Il lavoro di REYNOLDS potrebbe essere qui richiamato

nell'ipotesi che i noduli di quarzo del filone basico zonato dell'Adamello abbiano un'origine allotigena, considerandoli come dei xenoliti. Si deve però rilevare che mancano nelle porfiriti anfibolico-pirosseniche del Frerone quei successivi fenomeni di feldspatizzazione metasomatica che hanno condotto REYNOLDS a pensare ad un processo di trasfusione.

Analoghi fenomeni di trasfusione di xenoliti di quarzo in rocce effusive alcaline femiche ed ultrafemiche nell'Uganda sud occidentale furono osservate anche da A. HOLMES (bibl. n. 8). L'autore rileva che mentre si può ammettere migrazione di silice dagli inclusi di quarzo verso la lava includente, d'altra parte si constata un apporto di allumina, di alcali e d'acqua entro le isole quarzose. Fenomeni questi che non si ritrovano nel caso del filone zonato dell'Adamello da me preso in esame.

È possibile d'altra parte interpretare invece i noduli di quarzo dei filoni zonati del M. Frerone come autigeni, attribuendo la contemporanea presenza di olivina e di quarzo nella stessa roccia ad un fenomeno di rapido raffreddamento che avrebbe impedito lo stabilirsi di normali equilibri chimico-fisici e di reazioni fra il silicato magnesiaco e la silice.

Si può a questo proposito osservare, che dagli studi di BOWEN e SCAIRER (bibl. 6 e 7) e di altri autori sui sistemi di equilibri eterogenei fra SiO_2 e silicati ferro-magnesiaci, con o senza calcio ed alluminio, risulta che i campi di stabilità delle olivine ricche di magnesio (forsteriti) e della silice (tridimite), sono nettamente separati da un campo intermedio di pirosseni. Con l'aumentare del contenuto di ferro però si nota che questo campo si va restringendo, finchè per tenori molto elevati di ferro vengono a diretto contatto i campi di stabilità delle olivine ferrifere (faialiti) e della silice (tridimite), che in tali condizioni possono anche coesistere.

Nel caso da noi considerato per il filone in esame si deve però rilevare che il contenuto di magnesio supera nettamente quello del ferro (variando il coefficiente *mg* fra 0,54 e 0,70 per le varie zone del filone). Cosicché rimane più attendibile l'ipotesi di anormali condizioni di equilibrio, favorite dal rapido raffreddamento e dal contenuto rilevante di ferro.

Una tale spiegazione trova sostegno nel fatto che la coesistenza di olivina e di quarzo fu già osservata nei basalti olivinici della grande provincia magmatica infrapacifica (Nuova Zelanda, Hawai ecc.).

La presenza di quarzo come accessorio negli interstizi della massa fondamentale essenzialmente pirossenica e pirossenico-plagioclassica di alcuni basalti olivinici fu infatti rilevata da TOM. F. W. BARTH (bibl. n. 1). Altre facies analoghe più caratteristiche furono particolarmente illustrate dallo stesso BARTH e da P. ESKOLA, per i basalti della stessa « provincia magmatica infrapacifica » (v. bibl. n. 2).

In esse si osserva talora un inizio di riassorbimento dell'olivina e una parziale trasformazione in pirosseno, e qua o là alcuni relitti olivinici si trovano come inguainati in una « corazza » di clinoenstatite che li ha protetti da un ulteriore riassorbimento, cosicché ha potuto restare libero un po' di quarzo nella massa fondamentale della roccia. Il rapido raffreddamento della lava avrebbe favorito secondo i predetti autori il formarsi ed il permanere di questi falsi equilibri. Un fenomeno analogo e in certo qual senso reciproco, offrirebbero in questi filoni dell'Adamello i noduli di quarzo parzialmente riassorbiti e circondati da un'aureola di pirosseno, per un evidente principio di reazione, rimasta incompiuta, fra la parte sialica ed i componenti femici della roccia.

BIBLIOGRAFIA

1. BARTH T. F. W. - *Mineralogical petrography of Pacific lavas*. « Amer. Journ. of Science ». Vol. XXI, N. Haven, 1931, pag. 491 e seg.
2. BARTH T. F. W., CORRENS C. W., ESKOLA P. - *Die Entstehung der Gesteine*. Berlin 1936.
3. BIANCHI A., DAL PIAZ G. B. - *Il settore meridionale del massiccio dell'Adamello*. « Boll. Ufficio Geol. d'Italia ». Roma, 1937, vol. 62.
4. BIANCHI A., DAL PIAZ G. B. - *Atlante geologico petrografico dell'Adamello Meridionale* (con carta geologico-petrografica alla scala 1:12.500). « Memorie Ist. Geol. Università ». Padova 1937, vol. XII.
5. BIANCHI A., DAL PIAZ G. B. - *Guida alle escursioni per la 50^a riunione estiva della Società geologica italiana*. Padova, 1937.
6. BOWEN N. L. e SCHAIRER J. F. - *The system « MgO—FeO—SiO₂ »*. « Amer. Journ. of Science ». Vol. XXIX, N. Haven, 1935, pagg. 151-217.
7. EITEL W. - *Physikalische Chemie der Silikate*. Leipzig, 1941. pag. 357 e seg.
8. HOLMES A. - *Transfusion of quartz xenoliths in alkali basic and ultrabasic lavas, south-west Uganda*. « Mineral Magazine ». Vol. XXIV, Londra, 1937, pag. 408 e seg.
9. KENNEDY W. Q. e READ H. H. - *The differentiated dyke of Newmains Dumfriesshire and its contact and contamination phenomena*. « Quart. Journal Geol. Soc. ». 1936, pag. 116-145.
10. NIGGLI P. - *Die Magmentipen*. « Schweiz. Miner. Petr. Mitt. ». Vol. XVI, Zurigo, 1936.
11. REINOLDS D. L. - *Transfusion phenomena in lamprophyre dykes and their bearing in petrogenesis*. « Geological Magazine ». 1938, vol. XXV, pag. 51-76.
12. RIVA C. - *Sulle rocce paleovulcaniche del gruppo dell'Adamello*. « Mem. dell'Ist. Lomb. di Scienze ». Vol. 17^o, fasc. 6^o, Milano, 1896, pag. 159.
13. RIVA C. - *Nuove osservazioni sulle rocce filoniane del gruppo dell'Adamello*. « Atti Soc. It. Sc. Nat. ». Milano, 1897, Vol. 137^o.
14. ROSENBUSCH H., OSANN A. - *Elemente der Gesteinslehre*. Stuttgart, 1923.
15. SALOMON W. - *Die Adamellogruppe*. « Abhandlungen der K. K. geologisch. Reichsanstalt ». Bd. XXI, 1908-1910 (con carta geol. alla scala 1:75.000).