

CARLA DE POL

MIGMATITI E METAMORFITI
DELLA REGIONE M. CORBORANT - M. LAROUSA.
(MASSICCIO DELL'ARGENTERA) (*)

Riassunto. — L'a. ha eseguito lo studio petrografico delle rocce affioranti in una zona del settore nord-occidentale del Massiccio dell'Argentera. Anche in questa area, come altrove nel massiccio, i tipi litologici prevalenti sono le migmatiti, qui rappresentate da varie facies di embrechiti (embrechiti oecchiadine, amigdalari e listate, queste ultime prive di feldspato potassico). Accanto a queste rocce, che rappresentano come è noto uno stadio iniziale del processo di anatessi, compaiono rocce metamorfiche che sembrano non aver subito gli effetti dei processi metasomatici che hanno dato origine alle embrechiti. Si tratta di gneiss biotitici, che rappresentano con ogni probabilità i materiali originari dai quali sono derivate per successive azioni migmatizzanti queste embrechiti.

Sono state inoltre illustrate alcune facies anfiboliche, poco diffuse nella zona in esame.

Premessa.

Sono in corso ormai da alcuni anni, presso gli Istituti di Mineralogia e Petrografia di Milano e di Geologia di Torino, studi e rilievi geologico-petrografici sui terreni cristallini del settore italiano del Massiccio dell'Argentera.

Nel quadro di queste ricerche ho eseguito lo studio petrografico delle rocce migmatiche e metamorfiche affioranti tra il V^{ne}. dell' Ischiator, il V^{ne}. dei Bagni e il V^{ne}. di Collalunga; l'area è situata nel settore nord-occidentale del massiccio ed è delimitata a Sud-Ovest dal confine franco-italiano [tav. 90 IV NW (Bagni) e 90 IV SW (Collalunga)].

Il rilievo geologico è stato eseguito da R. Sacchi, che ha recentemente pubblicato una nota (11), corredata da uno schizzo geologico alla

(*) Lavoro compreso nel programma del Centro Nazionale per lo studio geologico e petrografico delle Alpi del C.N.R.

scala 1/37.500, alla quale si rimanda per le necessarie notizie geologiche. I campioni studiati sono stati raccolti da R. Sacchi e in parte da me durante escursioni effettuate insieme.

Io mi limiterò pertanto ad esporre qui le caratteristiche petrografiche dei principali tipi litologici affioranti tra la linea di confine e la fascia di miloniti della Valletta-Mollières, trascurando quelli (anates-

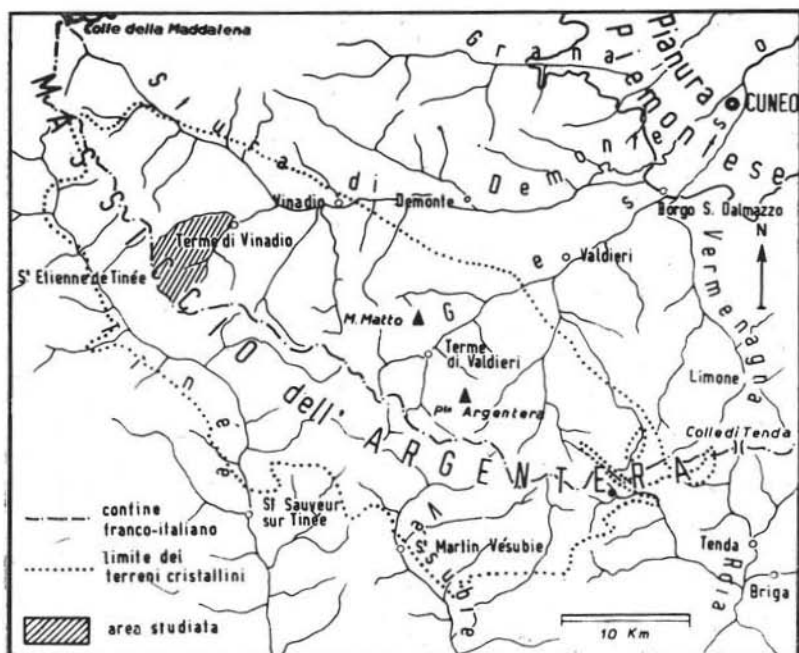


Fig. 1. — Posizione dell'area studiata nel Massiccio dell'Argentera.

siti, embrechiti e gneiss con intercalazioni di granito) affioranti a NE di tale linea di dislocazione, identiche alle corrispondenti facies petrografiche rinvenute in zone limitrofe e già dettagliatamente descritte (3, 5, 7, 10).

Sono stati distinti i seguenti tipi litologici: nella zona del M. Corborant, le *embrechiti occhiate* e le *embrechiti amigdalari* (¹), en-

(¹) Le embrechiti amigdalari corrispondono alle migmatiti eterogenee di R. Sacchi; io ho preferito conservare per questa facies il termine già adottato da A. Faure-Muret per analoghi tipi litologici affioranti nel settore francese.

trambi a feldspato potassico; nella zona del M. Laroussa, gli *gneiss biotitici* a grana minuta, le *embrechiti listate* a solo plagioclasio e le *rocce anfiboliche*.

Già dalle osservazioni di campagna era risultato evidente che una gran parte delle rocce affioranti nella zona in istudio sono delle migmatiti; particolare attenzione è stata quindi rivolta, durante lo studio in sezione sottile, ai rapporti strutturali che intercorrono tra i minerali componenti queste rocce, allo scopo di individuare i probabili fenomeni metasomatici succedutisi nel tempo. Dove è stato possibile lo studio microscopico è stato integrato con osservazioni sul chimismo.

Embrechiti occhiadine e amigdalari.

Vengono descritte in questo paragrafo le rocce affioranti nella zona del M. Corborant; esse sono tutte delle embrechiti a feldspato potassico, distinguibili in due facies per le notevoli differenze di tessitura, ma con evidenti analogie di composizione e sfumanti sul terreno l'una nell'altra attraverso termini di transizione. Rispetto alle embrechiti listate della zona di Laroussa, verso le quali mostrano pure un passaggio graduale, sono caratterizzate dalla presenza costante del feldspato potassico tra i componenti essenziali.

Tessitura

a) Le embrechiti occhiadine mostrano all'osservazione macroscopica occhi feldspatici, sovente inglobanti laminette di biotite, con diametro = $1 \div 3$ cm, generalmente isodiametrici, più raramente allungati in una direzione che non coincide di regola con quella di scistosità della roccia. Essi sono distribuiti in questa irregolarmente, concentrandosi in qualche zona e mancando completamente altrove. Rispetto alle embrechiti occhiadine affioranti in altre zone del settore italiano del massiccio, si nota in queste una accentuata sinuosità e irregolarità dei letti micacei, ai quali si alternano sottilissimi letti leucocrati, a composizione feldspatico quarzosa.

Gli occhi sono di regola formati da più individui di ortose, aventi dimensioni nettamente superiori alle medie, talora separati da sottilissimi e discontinui orli albitici, e inglobanti rari relitti plagioclasici e micacei; attorno ad essi si osserva un orlo costituito da laminette di biotite oppure da un aggregato di minuti individui di quarzo, ortose e plagioclasio, quest'ultimo sericitizzato e ricco di microimplicazioni quarzose.

Il K-feldspato è presente quasi esclusivamente in questi occhi; solitamente si osserva al di fuori di questi qualche nido di piccoli individui feldspatici, circondati da quarzo.

Meno caratteristica è una facies occhiadina, d'altronde scarsamente diffusa, a piccoli occhi feldspatici (1/2 cm × 2 cm) stirati parallelamente alla scistosità della roccia. In questa, alcune amigdale sono costituite, anzichè da feldspato potassico, da uno o più individui di plagioclasio, di grandi dimensioni e disposti con le tracce dei piani di geminazione normali alla scistosità.

b) Le embrechiti amigdalari sono rocce costituite da due porzioni a composizione mineralogica, tessitura e struttura nettamente diversa; la parte leucocrata, composta essenzialmente da feldspati e quarzo, ha grana grossolana fino a decisamente pegmatitica, e assume forme e dimensioni molto diverse, talora a sacche isolate disposte caoticamente, talora a festoni collegati tra loro da sottili vene leucocrate, con andamento subparallelo. La porzione melanocrata della roccia, essenzialmente costituita da biotite, con subordinate quantità di materiale feldspatico quarzoso distribuito in sottilissimi letti, ha tessitura marcatamente scistosa.

Anche al microscopio il motivo predominante è la distribuzione inomogenea dei minerali. Le sacche leucocrate sono costituite da enormi porfiroblasti di plagioclasio e di ortose, tra i quali si annidano aggregati cristalloblastici di quarzo e talora anche di plagioclasio e di ortose. Altrove la roccia è costituita da letti micacei contorti e flessuosi, separati ed interrotti da lenti leucocrate, i cui componenti essenziali, plagioclasio e quarzo, non si mescolano tra loro, ma si dispongono di preferenza l'uno al nucleo l'altro alla periferia.

Nei numerosi termini di transizione dalle embrechiti occhiadine alle embrechiti amigdalari si possono osservare stadi progressivi verso questa caratteristica distribuzione inomogenea dei minerali

Composizione mineralogica.

Sia nelle embrechiti occhiadine che nelle embrechiti amigdalari i componenti essenziali sono: quarzo, plagioclasio, biotite, muscovite e ortose, in rapporti quantitativi leggermente variabili da una facies all'altra ed anche nella stessa facies (1). Tra i minerali secondari un

(1) In alcuni campioni raccolti presso il limite con le embrechiti listate del M. Laroussa compare, ma in quantità sempre accessorie, la sillimanite.

ruolo molto importante ha la sericite, che sostituisce in gran parte il plagioclasio; molto meno diffusa è la clorite, quale prodotto di alterazione di biotite e granato. Accessori sempre presenti e talora abbondanti sono: apatite, granato e zircone. Più rari e presenti solo in alcuni dei campioni studiati: ossidi di Fe, titanite, epidoto e calcite.

Il *plagioclasio* è molto abbondante in entrambe le facies; è geminato albite, molto raramente albite-periclino e talora del tutto privo di geminazioni. Le lamelle dei geminati polisintetici sono sottilissime ed evanescenti, spesso interessate da deformazioni para e post cristalline. Intensa è l'alterazione in sericite, sovente con distribuzione a chiazze. Piccole differenze nella composizione del plagioclasio si sono riscontrate da una facies all'altra; esso è un oligoclasio con variazione nel tenore in An dal 15 al 25%.

(1)	$2V_a$	$\alpha' \wedge \text{gem. (010)}$	ind. refr.	% An
embrechiti amigdalari	82°	8° - 9°	$\left. \begin{array}{l} n_a \\ n_\beta \end{array} \right\} \leq \omega \text{ quarzo}$ $n_\gamma > \omega \quad \gg$	25
embrechiti occhiadine	92°	7°	$\left. \begin{array}{l} n_a \\ n_\beta \\ n_\gamma \end{array} \right\} < \omega \quad \gg$	15

Il *quarzo* è componente abbondante delle rocce del Corborant, trovandosi in entrambe le facies in quantità circa equivalenti a quella del plagioclasio, rispetto al quale è sempre allotriomorfo. Gli individui di grandi dimensioni sono spesso fratturati, mentre in quelli piccoli è frequente una chiara estinzione ondulata.

La *biotite* ha pleocroismo intenso, $n_a =$ giallo bruno, $n_\beta \cong n_\gamma =$ bruno rosso; è solo parzialmente cloritizzata. Essa prevale sempre per quantità sulla *muscovite*, ma quest'ultima è presente in lamelle di dimensioni nettamente superiori; le due miche sono intimamente associate a costituire strutture di microimplicazione.

Il *K-feldspato* è quantitativamente subordinato al plagioclasio; esso è sempre in associazione micropertitica, fresco o con debolissima alterazione di tipo caolinico. Sono state eseguite al T. U. numerose

(1) I valori sopra riportati sono le medie delle numerose misure dei parametri ottici eseguite al T. U.; sono stati inoltre utilizzati per controllo i grafici e i metodi proposti da Bonatti-Franzini (1) e De Benedetti (2).

misure di $2V$ e di orientazioni delle indicatrici ottiche, utilizzando le tracce della sfaldatura secondo (001), quasi sempre nette; esso è risultato un ortose triclinio, a grado di triclinità ottico variabile, con $2V_a = 58^\circ-64^\circ$.

La *clorite* sostituisce parzialmente la biotite e il granato, sviluppandosi nella prima tra i piani di sfaldatura e nel secondo lungo le fratture; dai caratteri ottici essa risulta una pennina.

Apatite e *granato*, entrambi in grossi individui, spesso intensamente fratturati, sono accessori diffusi soprattutto nei letti micacei. Lo *zirconio*, oltre che in piccoli granuli inclusi da biotite e circondati da vistosi aloni policroici, è presente talora in grandi individui isolati, idiomorfi e con evidentissime tracce di sfaldatura.

Epidoto, *calcite* e minuti granuli di *ossidi di Fe* si trovano in generale quali accessori là dove la roccia ha subito più intensi fenomeni di milonisi.

Motivi strutturali.

Il feldspato potassico è certamente neogenico rispetto alle miche, al plagioclasio ed almeno in parte anche al quarzo; esso è fresco, allotriomorfo e privo delle tracce di deformazioni para e post cristalline che interessano di frequente tutti gli altri minerali. Poco numerose, soprattutto nelle embrechiti amigdalari, ma evidenti, sono le prove di corrosioni da esso operate sia sulle miche che sui plagioclasii; in esso si trovano inglobati relitti di biotite e muscovite, con margini corrosi e sfrangiati, e più raramente di plagioclasio. In questo ultimo a contatto con l'ortose si sviluppano sottili orli di reazione albitici esenti da sericitizzazione e inclusioni vermicolate di quarzo.

Il plagioclasio è presente, oltre che nei letti biotitico muscovitici, dove ha sempre dimensioni molto ridotte, anche nelle amigdale pegmatitiche o negli occhi di alcune embrechiti occhiate; qui esso ha dimensioni molto maggiori. Non si sono però riscontrate differenze né di composizione né di alterazione tra questi due plagioclasii.

Corrosioni sulle miche vengono operate anche dal plagioclasio e dal quarzo; tutti questi minerali, e anche apatite e granato, recano però tracce di deformazioni tettoniche che non si osservano nell'ortose e che si manifestano come flessioni delle lamelle di geminazione polisintetica dei plagioclasii e dei letti biotitico-muscovitici, fratturazioni nel granato e nell'apatite, estinzioni ondulate e fratturazioni nel quarzo.

Nei letti micacei, sinuosi e contorti, le laminette di biotite, sempre di piccole dimensioni, sono grossolanamente isoorientate; quelle di mu-

TABELLA 1.

Embrechite occhiadina; q. 2850 affioramenti a W del Lago superiore dell' Ischiator presso il confine.

Analisi chimica		Coefficienti magmatici			
SiO ₂	66,03	si =	304,0	k =	0,47
Al ₂ O ₃	15,99	al =	43,5	mg =	0,38
Fe ₂ O ₃	0,07	fm =	28,0	ti =	2,9
FeO	4,32	c =	5,5	p =	0,5
MnO	0,05	alc =	23,0	h =	44
MgO	1,55			w =	0,04
CaO	1,10			c/fm =	0,19
Na ₂ O	2,70			qz =	+ 50,5
K ₂ O	3,75				
TiO ₂	0,83				
P ₂ O ₅	0,18				
H ₂ O ⁺	2,87				
H ₂ O ⁻	0,22				
	99,66				

Analista: C. De Pol

Base		Norma		Variante	
Ru	0,6	Ru	0,6	Q	31,5
Cp	0,3	Cp	0,3	Ab	25,5
Kp	14,0	Mt	0,2	An	5,0
Ne	15,3	An	5,0	Ms	20,0
Cal	3,0	Ab	25,5	Bi	9,8
Sp	6,7	Or	23,3	Ant+FeAnt	} 4,2
H _z	3,2	Cord	12,2	At+FeAt	
Fa	3,7	Fe-Cord	5,8	Or	2,9
Fs	0,2	Hy	4,9	Ru	0,6
Q	53,0	Q	22,2	Cp	0,3
	100,0		100,0	Mt	0,2
					100,0

Q = 53

L = 32,3

M = 14,7

scovite invece, sempre più grandi, si dispongono di preferenza trasversalmente all'andamento dei letti. Frequenti sono i fenomeni di microimplicazione tra le due miche.

Caratteri chimici.

E' stata eseguita l'analisi chimica di un campione di embrechite occhiadina, scelto tra i più rappresentativi per questo tipo di roccia; i dati analitici, la base e la catanorma standard, calcolate secondo il metodo proposto da Niggli, sono riportate nella tabella I. Data la tessitura della roccia, scistosa e occhiadina, con distribuzione inomogenea dei minerali e variabilità di grana da punto a punto, non si è ritenuto opportuno eseguire l'analisi mineralogica volumetrica.

La roccia, caratterizzata da elevati valori di al e alk, è localizzabile al limite tra il gruppo VII (rocce allumosilicate) e il gruppo I (rocce alcali allumosilicate) della classificazione proposta da Niggli per le rocce metamorfiche (9).

Nella catanorma standard l'elevata alcalinità della roccia è espressa dalla composizione del plagioclasio, a basso contenuto in anortite, ben corrispondente a quella determinata per via ottica [$Ab_{85} An_{15}$]; la comparsa di cord e Fe-cord mette bene in evidenza l'elevato contenuto in Al della roccia.

Embrech ti listate.

Queste rocce affiorano nella zona del M. Laroussa, associate agli gneiss biotitici, verso i quali passano gradualmente. In esse il feldspato potassico è sempre assente; anche queste rocce, però, sono con ogni probabilità di natura migmatite, sia per le caratteristiche macroscopiche sia per i rapporti strutturali che intercorrono tra il plagioclasio, qui quasi esente da sericitizzazione, e le miche. Il materiale di nuovo apporto sarebbe qui rappresentato solo dal feldspato sodico calcico.

Tessitura.

E' listata per la regolare alternanza di letti micacei scuri con letti leucocrati, quarzoso plagioclasici, aventi in generale potenza = 2-3 mm; in alcune facies meno diffuse i letti neosomatici possono raggiungere 1-2 cm di spessore (1).

(1) E' soprattutto nella zona di passaggio alle migmatiti del M. Corborant che si osservano queste facies più ricche di neosoma.

Composizione mineralogica.

Plagioclasio, quarzo, biotite e subordinatamente muscovite sono i componenti essenziali più abbondanti. La sillimanite, quantitativamente molto subordinata, non è sempre presente in questa facies. Sempre presenti invece, ma in quantità variabili da un campione all'altro, sono la sericite e la clorite, prodotti di alterazione rispettivamente del plagioclasio e della biotite. Come accessori, apatite, granato e zirconio non mancano mai, mentre magnetite, epidoto, sagenite e limonite compaiono sporadicamente nei campioni esaminati.

Il *plagioclasio*, geminato albite o pericline, spesso privo di geminazioni, si sviluppa in grandi individui soprattutto nei letti leucocrati; mostra in qualche caso una debole zonatura. L'alterazione in sericite, che interessa in modo diverso i singoli individui o zone dello stesso cristallo, non è in genere molto intensa. Esso ha la composizione di un oligoclasio al 15-20% di An, come risulta dai valori medi dei parametri ottici misurati al T. U., sotto riportati.

$2V_a$	$\alpha' \wedge$ gem. (010)	ind. rifr.	% An
88°	1° - 2°	$\left. \begin{matrix} n_a \\ n_\beta \\ n_\gamma \end{matrix} \right\} \leq \omega \text{ quarzo}$	17

Il *quarzo*, in generale in plaghe allotriomorfe ad estinzione debolmente ondulata, può costituire talvolta minuti aggregati cristalloblastici, disposti ed insinuantisi tra gli individui di plagioclasio.

La *biotite* in grandi lamine ad andamento subparallelo ha intenso pleocroismo, con colore bruno rosso corrispondente al massimo assorbimento. Piuttosto fresca, mostra una più intensa cloritizzazione quando si trova inglobata come relitto dal plagioclasio o dal quarzo; la *clorite* ha pleocroismo debole sul verde e colori di interferenza grigio verdastri o bluastri.

In microimplicazioni con la biotite sono presenti la *muscovite*, in lamine generalmente assai più grandi e di preferenza non isoorientate, e, talvolta, la *sillimanite*, in ciuffi o fasci di corte fibre.

Tra gli accessori spicca il *granato*, per le notevoli dimensioni degli individui, fratturati e sostituiti da clorite, generalmente inglobati da biotite, talora corrosi dal plagioclasio; *zirconio* e *apatite* sono pure in generale associati alla biotite.

Motivi strutturali.

Il plagioclasio è certamente di genesi posteriore alla biotite e alla muscovite; esso si sviluppa in grosse plaghe allotriomorfe a contorno irregolare, che flettono e disarticolano le lamine di miche corrodendole e inglobandole. Esso, a differenza di quanto osservato nelle embrechiti del M. Corborant, è sempre poco sericitizzato; raramente si osservano inclusioni a gocce o insinuazioni di quarzo. Quest'ultimo è invece sempre chiaramente allotriomorfo rispetto a biotite e muscovite.

Per quanto concerne i rapporti tra questi due minerali, la muscovite penetra spesso tra i piani di sfaldatura della biotite, disarticolandola oppure si sviluppa in grandi lamine capricciosamente orientate; dove è presente la sillimanite, questa si trova intimamente associata a entrambe le miche. Biotite e muscovite sono in lamine notevolmente più grandi che nelle migmatiti del Corborant.

Caratteri chimici.

I dati analitici e i valori ottenuti con i calcoli petrochimici, eseguiti su un campione rappresentativo per questa roccia, sono riuniti nella tabella 2.

Essa appartiene come chimismo al gruppo II (rocce alcali-allumosilicate con tenore decrescente in alk) della classificazione di Niggli per le rocce metamorfiche; nel diagramma (al-alk) \times c, per alk = 15-22,5 il punto rappresentativo per questa roccia cade però in prossimità del gruppo VII (rocce allumosilicate). La roccia è caratterizzata infatti da un elevato contenuto in al, che viene espresso nella catanorma dalla comparsa di cord tra i minerali standard di catazona.

Il plagioclasio normativo, $[Ab_{82} An_{18}]$ corrisponde bene come composizione a quello determinato per via ottica; esso costituisce il 40% dell'associazione mineralogica standard.

Gneiss biotitici a grana minuta.

Nella zona del M. Laroussa, accanto alle embrechiti listate e prevalenti per quantità su di esse, si trovano queste rocce, che rappresentano verosimilmente i materiali preesistenti ai principali fenomeni di metasomatosi. Sul terreno il passaggio alle embrechiti listate è ripetuto e graduale; in prossimità del limite con queste facies gli gneiss biotitici sono attraversati in concordanza da sporadiche liste leucocrate, a struttura granoblastica (potenza = 1 cm al massimo) composte da plagioclasio e da quarzo.

TABELLA 2.

Embrechite listata; q. 2280, Vallone di S. Bernolfo, versante meridionale del M. Laroussa.

Analisi chimica		Coefficienti magmatici			
SiO ₂	64,80	si	= 266,0	k	= 0,37
Al ₂ O ₃	16,19	al	= 39,0	mg	= 0,43
Fe ₂ O ₃	2,02	fm	= 31,5	ti	= 1,63
FeO	3,24	c	= 7,5	p	= 0,37
MnO	0,06	alc	= 22,0	h	= 24
MgO	2,21			w	= 0,36
CaO	1,75			c/fm	= 0,24
Na ₂ O	3,50			qz	= + 25
K ₂ O	3,10				
TiO ₂	0,56				
P ₂ O ₅	0,17				
H ₂ O ⁺	1,76				
H ₂ O ⁻	0,20				
<hr/>					
99,56					

Analista: C. De Pol

Base		Norma		Variante	
Cp	0,4	Cp	0,4	Q	27,8
Ru	0,4	Ru	0,4	Ab	32,5
Kp	11,2	Mt	2,1	An	7,5
Ne	19,5	An	7,5	Ms	14,0
Cal	4,5	Ab	32,5	Bi	13,8
Sp	7,5	Or	18,6	Sill	1,5
Fs	2,1	Cord	13,7	Cp	0,4
Fa	4,0	En	1,3	Ru	0,4
Fo	1,0	Hy	4,0	Mt	2,1
Q	49,4	Q	19,5		
	<hr/>		<hr/>		<hr/>
	100,0		100,0		100,0

} 40,0 Ab₈₂ An₁₈

Q = 49,4

L = 35,2

M = 15,4

Tessitura.

E' debolmente scistosa per l'isorientamento delle lamelle di biotite; la grana è molto minuta, il colore grigio chiaro per la grande abbondanza di quarzo. Macroscopicamente sono simili agli gneiss minuti, biotitico-cloritici, già segnalati altrove nel Massiccio dell'Argentera (3, 10).

Composizione mineralogica.

Quarzo, plagioclasio e biotite sono i soli componenti essenziali della roccia. La muscovite, in grandi lamine che si sviluppano a spese della biotite, è presente negli gneiss solo ai margini delle fasce leucocrate che li attraversano, là dove essi si trovano associati alle embrechiti listate; abbastanza diffusa invece la sericite, che sostituisce parzialmente il plagioclasio. Clorite ed epidoto hanno una certa importanza come minerali secondari solo nelle facies diafioritizzate. Accessori sempre presenti sono granato, apatite, e zirconio, ai quali talora si associano titanite, calcite, rutilo e ossidi di Fe.

Il quarzo è il minerale più abbondante, costituendo circa il 40% dell'aggregato. Le plaghe, allotriomorfe rispetto a biotite e plagioclasio, con debole estinzione ondulata, hanno carattere tipicamente cristallo-blastico.

Il plagioclasio è generalmente geminato albite, con lamelle sottili e poco numerose; rara la geminazione periclino. Frequente invece una debole zonatura; l'alterazione sericitica è poco avanzata e interessa spesso solo qualche zona dell'individuo. Si tratta di un oligoclasio al 20-25% di An, come risulta dai caratteri ottici, misurati al T. U., sotto riportati.

$2V_n$	$\alpha' \wedge \text{gem. (010)}$	ind rifr	% An
$80^\circ - 82^\circ$	$7^\circ - 8^\circ$	$\left. \begin{array}{l} n_\alpha \\ n_\beta \\ n_\gamma \end{array} \right\} \begin{array}{l} \leq \omega \text{ quarzo} \\ > \omega \text{ »} \end{array}$	25%

Di poco differente è risultata la composizione del plagioclasio presente nelle fasce leucocrate che attraversano talora gli gneiss; si tratta in questo caso di un oligoclasio al 15-20% di An, che costituisce in genere individui più grandi e privi di geminazione.

La biotite, con il consueto forte pleocroismo dal giallo bruno al bruno rosso, è in lamelle minute, isolate, con andamento subparallelo. Rispetto ad essa quarzo e plagioclasio sono sempre allotriomorfi.

TABELLA 3.

Gneiss biotitico; q. 2.500 Vallone dell' Ischiator,
affioramenti a SW del Lago Ischiator di mezzo.

Analisi chimica		Coefficienti magmatici			
SiO ₂	69,81	si =	334	k =	0,30
Al ₂ O ₃	14,36	al =	40,5	mg =	0,82
Fe ₂ O ₃	0,73	fm =	29,5	ti =	1,7
FeO	3,59	e =	8,5	p =	0,4
MnO	0,04	alc =	21,5	h =	22,3
MgO	1,75			w =	0,15
CaO	1,64			c/fm =	0,28
Na ₂ O	3,25			qz =	+91
K ₂ O	2,12				
TiO ₂	0,50				
P ₂ O ₅	0,16				
H ₂ O ⁺	1,39				
H ₂ O ⁻	0,29				
99,63					

Analista: C. De Pol

Base	Norma	Variante				
Cp	0,3	Cp	0,3	Q	38,9	} 30,3 Ab ₇₇ An ₂₃
Ru	0,3	Ru	0,3	Ab	23,4	
Kp	7,9	Mt	0,8	An	7,0	
Ne	18,0	An	7,0	Bi	13,5	
Cal	4,6	Ab	30,0	Ms + Pa	15,8	
Sp	6,8	Or	13,1	Cp	0,3	
Fs	0,8	Cord	12,4	Ru	0,3	
Fa	4,3	En	0,4	Mt	0,8	
Fo	0,3	Hy	5,2			
Q	56,7	Q	30,5			
100,0		100,0				
Q = 56,7		L = 30,5		M = 12,8		

Molto diffuso il *granato*, in piccoli granuli di colore bruno rosato, parzialmente sostituito da clorite; *apatite* e *zircono* si trovano di preferenza inclusi nella biotite.

Motivi strutturali.

Queste rocce sono caratterizzate da una notevole regolarità nell'andamento delle lamelle biotitiche, qui rigidamente isoorientate e generalmente assai più piccole che nelle embrechiti listate; tra di esse si dispongono piccoli individui di plagioclasio e plaghe di quarzo allotriomorfe rispetto alle une e all'altro. Sostituzioni sulle miche vengono qui operate principalmente dal quarzo.

Sicuri fenomeni di corrosione operati dal plagioclasio sulle miche si osservano invece nei letti leucocrati che attraversano talora gli gneiss; qui il plagioclasio è leggermente più acido di quello presente negli gneiss e costituisce grandi plaghe a contorno irregolare, spesso prive di geminazione. Ai margini di queste fasce neosomatiche prevalentemente composte da quarzo e plagioclasio, si osservano anche grandi lamine di muscovite, minerale in generale assente negli gneiss.

Caratteri chimici.

Nella tabella 3 sono riuniti i dati sperimentali e i valori ottenuti con i calcoli petrochimici.

Come chimismo questa roccia non differisce sostanzialmente dalle embrechiti listate; essa appartiene allo stesso gruppo della classificazione proposta da Niggli per le rocce metamorfiche. Notevolmente più elevato appare in queste rocce, molto ricche di quarzo, solo il coefficiente si.

Rocce anfiboliche.

Rocce anfiboliche affiorano sporadicamente nella zona del M. Laroussa; si tratta di anfiboliti, che sfumano per progressiva perdita dell'anfibolo e progressivo acquisto di quarzo e feldspato potassico in dioriti di anatessi. Il passaggio tra queste due facies avviene attraverso tipi di transizione, nei quali i minerali leucocrati di nuovo apporto si dispongono in liste, conferendo alla roccia l'aspetto di una embrechite o di una anatessite anfibolica.

Lo studio delle rocce anfiboliche è stato limitato a pochi campioni, sia perchè nell'area studiata esse hanno scarsa diffusione, sia perchè gli affioramenti principali di questi tipi litologici si trovano in prossimità di zone di intensa milonisi.

Tessitura.

Nelle anfiboliti essa è massiccia o scistosa, appena accennata dalla tendenza degli anfiboli ad assumere una orientazione preferenziale. Nelle dioriti essa è microgranulare, sovente con una scistosità secondaria dovuta a tardivi fenomeni di laminazione; anche nelle dioriti l'anfibolo è di preferenza isorientato.

Tra questi due tipi estremi esistono molti termini di passaggio a tessitura listata, per l'alternanza di letti prevalentemente leucocrati a letti essenzialmente anfibolici.

Composizione mineralogica.

Anfibolo e plagioclasio, unici componenti essenziali delle anfiboliti, si trovano in percentuali più basse nelle dioriti; in esse assume invece il ruolo di minerale essenziale il quarzo, che nelle anfiboliti era accessorio o addirittura assente. Il feldspato potassico compare solo nelle dioriti e in alcune rocce listate; esso è sempre in percentuali molto inferiori a quelle degli altri componenti essenziali. Accessori comuni ai due tipi di rocce sono biotite, titanite e apatite e più raramente ossidi di ferro. Notevole importanza hanno in queste rocce intensamente diafioritizzate i minerali secondari: sericite, epidoto e clorite.

L'*anfibolo* è il minerale più diffuso delle anfiboliti; nelle dioriti esso, corroso e sfrangiato ai margini, è superato in quantità dal plagioclasio e dal quarzo. Esso è macroscopicamente verde scuro; in sezione sottile è sensibilmente pleocroico. I caratteri ottici, determinati al T. U., sono i seguenti sia nelle anfiboliti che nelle dioriti:

$$2V_{\alpha} = 74^{\circ} - 76^{\circ}$$

$$c : \gamma = 16^{\circ} - 18^{\circ}$$

$$n_{\alpha} = \text{giallo-verde}$$

$$n_{\beta} = \text{verde-pallido}$$

$$n_{\gamma} = \text{verde intenso}$$

Ad essi corrisponde secondo i grafici di Tröger una orneblenda col 60-70% di Mg e il 40-30% di (Fe + Mn + Ti). L'anfibolo è generalmente fresco o poco alterato, con neoformazione di sottili lamelle di clorite lungo i piani di sfaldatura; frequenti sono invece microfratture e flessioni di natura dinamica.

Il *plagioclasio* è geminato albite, molto raramente albite-pericline o albite-Carlsbad. Le lamelle dei geminati polisintetici sono molto spesso interessate da microfaglie e flessioni, che testimoniano deformazioni tettoniche sia post che para cristalline. Lo sviluppo secondario di sericite ed epidoto clinozoisitico a spese del plagioclasio è sempre molto intenso e in alcune dioriti così avanzato da rendere indeterminabile la composizione del plagioclasio. Piccole differenze di composizione si sono riscontrate da una facies all'altra; nelle anfiboliti il plagioclasio è una andesina col 45-50% di An, nelle dioriti una andesina col 30-35% di An.

	$2V_a$	$\alpha' \wedge \text{gem. (010)}$	ind. rifr.	% An
anfipoliti	102° - 105°	24° - 26°	$\left. \begin{matrix} n_a \\ n_\beta \\ n_\gamma \end{matrix} \right\} > \omega \text{ quarzo}$	45-50%
dioriti	90° - 92°	17° - 18°	$\left. \begin{matrix} n_a \\ n_\beta \\ n_\gamma \end{matrix} \right\} > \omega \text{ »}$	35-40%

Il *quarzo* è componente essenziale molto abbondante delle dioriti; esso costituisce grandi plaghe allotriomorfe fratturate e a forte estinzione ondulata, oppure, più spesso, aggregati cristalloblastici di minuti granuli a margini addentellati, allungati in una direzione preferenziale. Nelle anfiboliti esso è componente accessorio, costituendo rari inclusi goccioliformi nell'anfibolo e nel plagioclasio; talvolta è del tutto assente.

Il *feldspato potassico*, quantitativamente molto subordinato agli altri minerali essenziali delle dioriti, è sempre esente da clastesi e da blastesi. E' generalmente in individui di forma irregolare, allotriomorfi rispetto a tutti gli altri minerali. E' sempre in associazione micropertitica e talora mostra, a zone, la geminazione a graticcio tipica del microclino.

La *biotite*, con le consuete caratteristiche ottiche, è sempre presente in entrambe le facies, ma in quantità variabile da un campione all'altro; è intensamente alterata in clorite, con neoformazione di ossidi di Fe. E' idiomorfa su anfibolo; frequenti sono i fenomeni di contorsione e disarticolazione delle lamine.

Epidoto e *clorite* oltre che come minerali di alterazione si trovano come riempimento di microfrazture. La clorite è pleocroica dal verde erba all'incolore-giallognolo e ha colori di interferenza anomali, bluastri o violacei; l'epidoto è generalmente incolore, con colori di interferenza bassi e medi.

Accessori più importanti per diffusione e dimensione degli individui sono la *titanite* e l'*apatite*. Il *granato* è presente limitatamente ad alcuni dei campioni esaminati.

Motivi strutturali.

Il feldspato potassico, che compare soltanto nelle dioriti e nelle fasce neosomatiche delle migmatiti anfiboliche, è certamente di genesi tardiva; esso si sviluppa in plaghe a contorno irregolare a spese dei plagioclasti e degli anfiboli. A differenza di questi ultimi esso è sempre esente da alterazione. Anche il quarzo è, almeno in gran parte, minerale di apporto tardivo; la sua azione corrosiva sui minerali del paleosoma è stata osservata soprattutto in alcune facies di migmatiti anfiboliche.

Feldspato potassico e quarzo sono assenti nelle anfiboliti; in queste rocce che sono evidentemente sfuggite ai principali fenomeni di metasomatosi, si osservano i consueti rapporti genetici tra anfibolo e plagioclasio. Meritevole di menzione è il fatto che la biotite, intensamente cloritizzata, è sempre idiomorfa rispetto all'anfibolo; essa è infatti spesso inglobata da quest'ultimo.

I rapporti tra i minerali componenti le rocce anfiboliche della zona del M. Laroussa sono nella maggior parte dei campioni esaminati mascherati da tardivi fenomeni di laminazione, accompagnati da una intensa diaforesi.

Conclusioni.

I tipi di migmatiti biotitiche più diffusi nella zona in istudio sono le embrechiti. Differenze di tessitura e di composizione mineralogica hanno consigliato di suddividere questo tipo litologico in tre facies: a) embrechiti occhiadine, b) embrechiti amigdalari, c) embrechiti listate.

In queste rocce si osservano però caratteri comuni nelle tessiture e strutture microscopiche; queste sono caratterizzate da fenomeni di corrosione e concreseimenti successivi che permettono di stabilire con notevole sicurezza il succedersi di due feldspatizzazioni principali.

1) Una feldspatizzazione a $\text{Na} + \text{Ca}$, responsabile della formazione di un plagioclasio di composizione oligoclasica, chiaramente testimoniata nelle embrechiti listate, nelle embrechiti amigdalari e in alcune embrechiti occhiadine ad occhi composti da feldspato sodico-calcico.

Non si è potuto stabilire se tutto il plagioclasio presente in queste rocce sia dovuto a questa metasomatosi calcosodica; ad essa è certamente da attribuirsi lo sviluppo dei grandi porfiroblasti oligoclasici presenti nelle amigdale pegmatitiche e delle plaghe allotriomorfe di plagioclasio che costituiscono, in associazione con quarzo, gli occhi di alcune embrechiti occhiadine e i letti leucoerati delle embrechiti listate.

2) Una feldspatizzazione a K, responsabile della formazione dei porfiroblasti di ortose peritico, presenti negli occhi e nelle amigdale pegmatitiche delle embrechiti occhiadine e amigdalari. Che il feldspato potassico sia successivo al plagioclasio è testimoniato, oltre che dai fenomeni di corrosione operati dal primo sul secondo, dal fatto che l'ortose è sempre fresco, mentre il plagioclasio è intensamente sericitizzato e sovente interessato da flessioni e microfaglie delle lamelle di geminazione polisintetica (1).

Entrambi questi minerali, ortose e plagioclasio, sono responsabili dei più evidenti fenomeni di corrosione e disarticolazione operati sulle niche. Essi sono sempre allotriomorfi rispetto a questi minerali ed anche rispetto ad una parte del quarzo. Infatti in queste embrechiti, a differenza di quanto osservato in altre zone del massiccio, solo limitatamente il quarzo costituisce apofisi e gocce di corrosione entro ai feldspati.

Le uniche rocce, che sembrano essere sfuggite a questi fenomeni di migmatizzazione succedutisi nel tempo, sono gli gneiss biotitici; in essi è sempre assente, oltre al feldspato potassico, anche la muscovite. Questo minerale invece è presente in tutte le facies di embrechiti affioranti in questa zona ed è allotriomorfo rispetto alla biotite; inoltre la muscovite compare ai margini delle fasce neosomatiche che attraversano gli gneiss là dove essi fanno passaggio alle embrechiti listate. Se gli gneiss biotitici rappresentano, come è probabile, i materiali-dai quali hanno avuto origine per successive azioni migmatizzanti queste embrechiti, anche la muscovite sarebbe dovuta ad un primo apporto metasomatico.

Per quanto concerne le rocce anfiboliche è già stato detto che in questa zona esse sono scarsamente diffuse e intensamente diafforizzate, e che pertanto non si prestano ad uno studio dettagliato. Sembra co-

(1) Solo nelle embrechiti listate, nelle quali manca il K-feldspato, il plagioclasio è quasi esente da sericitizzazione; questo fatto induce a pensare che la metasomatosi potassica, successiva a quella calcosodica, non sia estranea al fenomeno di sericitizzazione del plagioclasio.

munque di poter affermare con una certa sicurezza che le dioriti affioranti in questa zona sono di anatessi; il passaggio dalle anfiboliti a questa facies dioritica avviene attraverso stadi successivi, caratterizzati da un graduale arricchimento di quarzo e feldspato potassico e da un corrispondente graduale impoverimento di anfibolo.

Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Milano, dicembre 1962.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BONATTI S. e FRANZINI M. - *Metodo per la determinazione dei plagioclasti di alta e bassa temperatura alla piattaforma di Federoff.* « Per. Min. » 30, 1961, pp. 67-78.
- (2) DE BENEDETTI A. - *La misura diretta di angoli diedri tra piani principali dell'indicatrice ottica e piani cristallini per la determinazione dei plagioclasti.* « Per. Min. » 29, 1960, pp. 47-61.
- (3) DE POL C. - *Gneiss, migmatiti e graniti della regione M. Vaccia - M. Autes (Massiccio dell'Argentera, Alpi Marittime)* « Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett. » 95, 1961, pp. 457-484.
- (4) FAURE MURET A. - *Etudes géologiques sur le massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires.* « Mém. Carte Géol. France » 1955, 336 pp.
- (5) MALARODA R. - *Studi geologici sulla dorsale montuosa compresa fra le basse Valli della Stura di Demonte e del Gesso (Alpi Marittime)* « Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova » 20, 1957.
- (6) MALARODA R. e SCHIAVINATO G. - *Osservazioni preliminari sui fenomeni di anatessi nel settore italiano del Massiccio dell'Argentera (Alpi Marittime).* « Boll. Soc. Geol. It. » 76, 1957.
- (7) MALARODA R. e SCHIAVINATO G. - *Le anatessiti dell'Argentera.* « Rend. Soc. Miner. It. » 14, 1958.
- (8) MALARODA R. e SCHIAVINATO G. - *Agmatiti e migmatiti anfiboliche omogenee nel settore meridionale del Massiccio dell'Argentera.* « Rend. Soc. Min. It. » 16, 1959.
- (9) NIGGLI P. - *Die chemische Klassifikation der metamorphen Gesteine.* « Boll. Svizz. Min. Petr. » ser. 5, 14, 1934, pp. 463.
- (10) SACCHI R. - *Geologia della regione a sud-ovest di Vinadio (Massiccio Cristallino dell'Argentera).* « Boll. Serv. Geol. It. » 81, 1959, 223-256 pp.
- (11) SACCHI R. - *Notizie geologiche sulla dorsale M. Sejeta-M. Corborant (Massiccio dell'Argentera).* « Atti Soc. It. Sc. Nat. » C, 4, 1961, 397-406 pp.
- (12) TRÖGER W. E. - *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale.* « Stuttgart » Schweizerbart'sche Verlagsbuch., 1956.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

Fig. 2. — *V^{ee}. della Guercia ai piedi del versante sinistro, q. 2150.*

Embreehite occhiadina, ad occhi prevalentemente isodiametrici.

Foto R. Sacchi.

Fig. 3. — *V^{ee}. di S. Bernolfo presso il punto quotato 2371.*

Embreehite amigdalare.

Foto R. Sacchi.



Fig. 2.



Fig. 3.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

Fig. 4. — *Embrechite occhiadina*; q. 2850 affioramenti a W del Lago dell' Ischiator presso il confine.

Un porfiroblasto di ortose micropertitico, che costituisce insieme ad altri un occhio, corrode la biotite (al centro) e un individuo di plagioclasio sericitizzato (a sinistra in alto); questo mostra un orlo albitico esente da sericitizzazione e inclusioni vermicolate di quarzo. Nicols +, ingr. 115.

Fig. 5. — *Embrechite listata*; V^{ne}. di S. Bernolfo, versante meridionale del M. Laroussa, q. 2280.

Il plagioclasio ingloba, corrodendole e disarticolandole, lamine di muscovite e di biotite. Il quarzo occupa gli spazi intergranulari inglobando un individuo di apatite (individuo nero al centro), originariamente incluso in un letto biotitico. Nicols +, ingr. 130.

Fig. 6. — *Id. Id.*

Concrescimenti di muscovite su biotite in un letto prevalentemente micaceo; l'orientazione della muscovite è circa normale a quella della biotite. Solo polar., ingr. 140.

Fig. 7. — *Embrechite anfibolica*; presso il Lago superiore dell' Ischiator.

Il quarzo si insinua con margini lobati in un individuo di anfibolo; questo ingloba una lamina di biotite idiomorfa, cloritizzata e disarticolata da plagioclasio. Nicols +, ingr. 120.



Fig. 4.

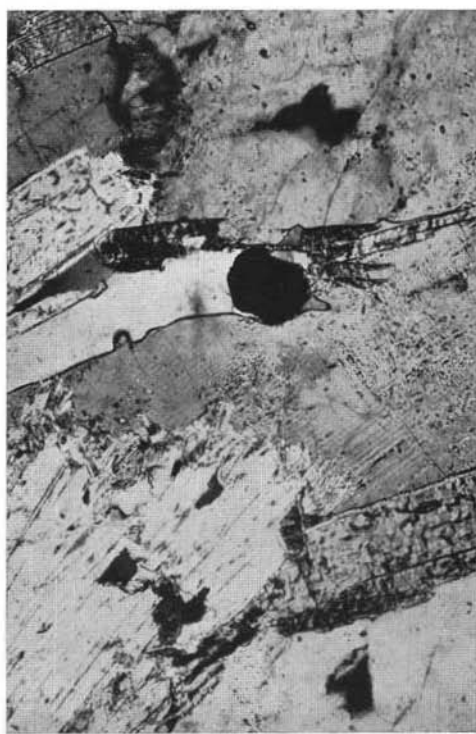


Fig. 5.

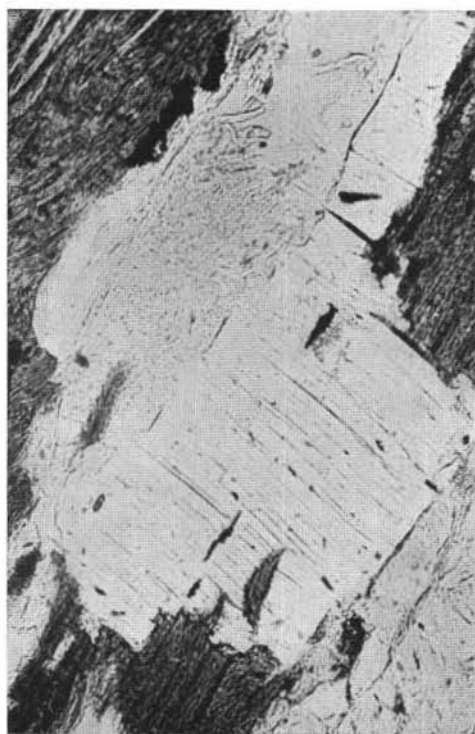


Fig. 6.

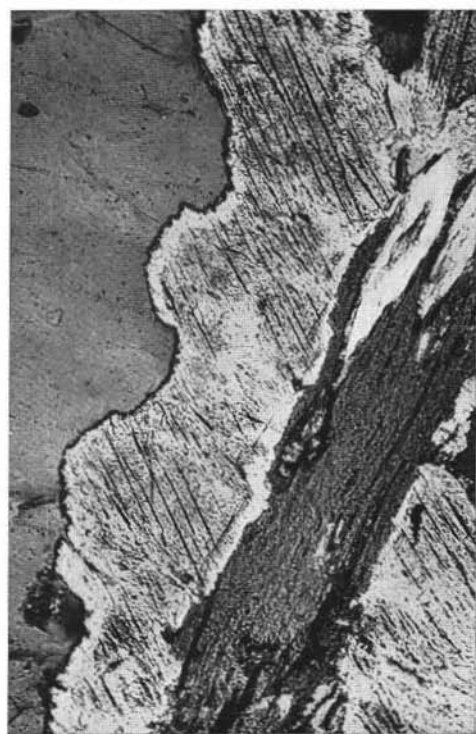


Fig. 7.