

CARLA VITERBO

LA COMPOSIZIONE CHIMICO-PETROGRAFICA
DI ALCUNE ROCCE TIPICHE DEL GRAN PARADISO (*)

I Professori Angelo Bianchi e Giambattista Dal Piaz, nel quadro di uno studio di carattere generale sul Cristallino Antico delle Alpi, hanno preso fra l'altro in esame le formazioni rocciose del Gran Paradiso e della vicina zona Sesia-Lanzo, dedicando particolare attenzione all'esame di alcuni motivi interessanti per l'interpretazione geologico-petrografica della regione.

Nel corso di tali indagini è emersa la necessità d'una revisione critica di alcuni risultati sperimentali e delle relative conclusioni a cui è giunto Robert Michel nella recente memoria sugli scisti cristallini del Gran Paradiso e della zona Sesia-Lanzo (1-2).

In occasione di queste nuove ricerche essi hanno a me affidato l'esame chimico-petrografico di un gruppo di campioni raccolti in zone diverse del Gran Paradiso e considerati come facies petrografiche rappresentative del massiccio.

Le rocce da me esaminate sono le seguenti:

a) *granito di Scalari* nell'alta valle dell'Orco e *granito di Pian Telessio* in valle del Piantonetto: considerati da A. Bianchi e Gb. Dal Piaz come nuclei relitti a tessitura massiccia e struttura cataclastica, con parziale rigenerazione granoblastica epimetamorfica, compresi nella

(*) Il presente lavoro fa parte d'un ciclo di ricerche sul Cristallino Antico delle Alpi promosso dalla Divisione Geo-Mineraria del Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari e condotte sotto la direzione dei Professori Angelo Bianchi e Giambattista Dal Piaz.

A Loro ed al Prof. Felice Ippolito desidero esprimere il mio più vivo ringraziamento.

(1) R. MICHEL, *Les Schistes-Cristallins des Massifs du Grand Paradis et de Sesia-Lanzo (Alpes Franco-Italiennes)*. «Science de la Terre», vol. I, N.ri 3-4, Nancy 1953, con una carta geologica alla scala 1:100.000.

(2) A. BIANCHI - GB. DAL PIAZ, *La Memoria Geologico-Petrografica di R. Michel sul Massiccio del Gran Paradiso e Regioni limitrofe. Considerazioni critiche*. «Rend. Soc. Miner. Ital.», vol. XV, 1959 (in corso di stampa).

massa dominante degli gneiss occhiadini del Gran Paradiso; interpretati invece da R. Michel come nuclei granitici di anatessi.

b) facies centrali e periferiche dello gneiss fondamentale del Gran Paradiso, costituite da:

1) *gneiss occhiadini a grana grossa del Lago di Ceresole* in valle dell'Orco, nella parte centrale del massiccio;

2) *gneiss ghiandoni, a grossi porfiroblasti feldspatici, fra Fornolosa e Rosone* in valle dell'Orco presso la confluenza con la valle del Piantonetto, sul lato sud-orientale del massiccio del Gran Paradiso;

3) *gneiss occhiadini a grana media del Colle del Nivolet*, alle origini di valle dell'Orco, e cioè al margine occidentale del massiccio;

4) *gneiss occhiadino-fettucciati di Valnontey*, all'estremità settentrionale del massiccio.

Si tratta di rocce generalmente interpretate come « ortogneiss », che contengono varie intercalazioni di parascisti granatiferi e passano frequentemente a migmatiti costituite in prevalenza da gneiss occhiadino con subordinati lembi di parascisti. A tutto questo complesso di rocce gneissiche, definite come « embrechiti occhiadine » il Michel attribuisce carattere migmatico.

c) *paragneiss minuti albitico-granatiferi del Lago Agnel*, nell'alta valle dell'Orco, e *micascisti granatiferi del Pian Telessio*, intercalati fra ortogneiss granitici e gneiss minuti, in valle del Piantonetto.

Nella scelta dei campioni da analizzare si è ritenuto ovviamente necessario prendere in considerazione, sia per le rocce granitiche e per gli gneiss occhiadini e ghiandoni, sia per i micascisti e paragneiss minuti, alcune facies medie caratteristiche ed uniformi, evitando termini di transizione, rappresentati da tipi migmatici, facilmente riconoscibili anche ad un primo esame macroscopico.

Data l'importanza particolare assunta dalla esatta conoscenza del contenuto di alcali nelle rocce in esame per la verifica delle ipotesi zono-grafiche sostenute da R. Michel, ho ritenuto opportuno un controllo delle determinazioni da me eseguite normalmente con il classico metodo di Laurent Schmidt e riportate in questa nota. Tale controllo venne curato da E. Callegari e A. Monese applicando il metodo del fotometro a fiamma. I risultati da noi ottenuti raggiunsero un alto grado di concordanza.

Esame chimico-petrografico delle singole facies.

Granito a due miche di Scalari in Val dell'Orco (tra Noasca e Ceresole).

E' una roccia molto compatta, di colore chiaro tendente al grigio chiaro azzurrognolo, a grana medio grossa, piuttosto eterogenea, con evidenti lamelline biotitiche che risaltano sugli elementi leucocratici.

Una certa eterogeneità di grana risulta pure evidente all'esame di dettaglio in sezione sottile, per le maggiori dimensioni degli elementi essenziali sialici, quarzo e feldispato alcalino, rispetto a quelle della biotite, che rappresenta l'unico elemento femico essenziale.

La struttura granulare olocristallina può ora esser definita di tipo cataclastico in quantochè le plaghe di quarzo appaiono costituite da più elementi di orientazione diversa, ad estinzione ondulata e suturati fra loro con margini addentellati o separati da un minuto aggregato quarzoso, evidentemente formatosi per ricristallizzazione parziale. Anche i plagioclasii risultano in qualche punto deformati e ridotti ad un aggregato granulare minuto a sciami ondulati (Tav. I, fig. 1).

Quarzo e feldispato, in quantità pressochè equivalente, sono i minerali decisamente più abbondanti e quasi esclusivi. Il feldispato, in cristalli anche notevolmente sviluppati, è rappresentato sempre da intime associazioni micropertitiche; il cristallo di fondo è in genere costituito da microclino (indici di rifrazione decisamente inferiori ad ω del quarzo e ai valori del plagioclasio associato). Il termine plagioclasico di smistamento si trova o in lamelle isorientate con una certa regolarità, o in lacinie ad andamento irregolare e rivela indici di rifrazione inferiori ad ω del quarzo; si tratta quindi di termini albitici o albitico-oligoclasici, non meglio determinabili per la finezza delle lacinie e delle loro lamelline di geminazione polisintetica che offrono sempre piccoli angoli di estinzione in zona simmetrica.

Queste plaghe feldispatiche ad associazione micropertitica si presentano poco alterate, mentre altri cristalli anch'essi di natura feldispatica mostrano una trasformazione molto più progredita; quelli in cui il fenomeno è più avanzato appaiono tempestati da una segregazione di lamelline sericitiche con subordinati granuletti epidotici; la scarsità di epidoto è indizio dello scarso contenuto di calcio di questi elementi plagioclasici che, a giudicare dagli indici di rifrazione sensibilmente

inferiori anche per questi termini all' ω del quarzo, possono essere considerati come termini albitico-oligoclasici analoghi a quelli associati alle micropertiti o anche come delle antipertiti, specialmente là dove appaiono solcate da sottili venature più limpide di ortoclasio. Talora è presente una leggera alterazione in caolino. Gli individui feldspatici sono poi talvolta attraversati da sottili fratture risaldate da una microgranulazione di calcite.

L'unico elemento femico della roccia è la biotite, in qualche caso a lamelle incurvate, con contorni cristallini sfrangiati specie ove vengono a contatto con il feldspato. I colori di pleocroismo sono intensi e variabili dal rosso bruno per β e γ al giallo chiaro per α . Abbastanza frequentemente le maggiori lamine biotitiche passano verso i margini ad un aggregato di lamelle minori prive di qualsiasi orientazione, in altri punti il margine appare come sfrangiato là dove si manifestano fenomeni di reazione in solido al limite fra biotite e quarzo (Tav. I, fig. 1).

Assai di rado si nota un'alterazione in clorite (termine penninico) che, quando è presente, è quasi completamente pseudomorfa sulla mica. La biotite è sempre ricca di inclusioni di ossidi di ferro-titaniferi, di granuletti di epidoto (in rari casi riferibile a miscele di tipo ortitico con pleocroismo a toni rossastri) e di minerali radioattivi con alone d'ombra.

Come accessori diffusi sono poi presenti qualche cristallino di zirconio, apatite e lamelline muscovitiche, quest'ultimo minerale si trova pure associato intimamente alla sericite di segregazione nei plagioclasti e molto probabilmente in tal caso non è da considerare come componente primario della roccia, ma piuttosto come prodotto di ulteriore accrescimento della sericite. In alcuni casi lamelle sericitico-muscovitiche presentano orientazione subparallela lungo zone di laminazione o lungo linee di frattura, manifestando quindi un processo di rigenerazione tardiva.

Dai risultati dell'analisi chimica e dalle formule magmatiche di Niggli (Tab. I) si deduce trattarsi di una facies granitica che si accosta notevolmente alla formula tipica del granito engadinitico (gruppo leucogranitico) del Niggli. Il contenuto leggermente inferiore dei coefficienti c ed alc porta ad un moderato eccesso del coefficiente al , che appare giustificato dal processo di parziale trasformazione subito dai plagioclasti.

TABELLA I

Granito a due miche di Scalari in Val dell'Orco

Composizione chimica

SiO ₂	73,36	Na ₂ O	2,89
Al ₂ O ₃	13,67	K ₂ O	4,72
Fe ₂ O ₃	0,06	TiO ₂	0,52
FeO	2,47	P ₂ O ₅	0,12
MnO	0,02	H ₂ O ⁻	0,11
MgO	0,63	H ₂ O ⁺	0,72
CaO	1,13		
			100,42

« Base »

« Norma molecolare »

Q	57,4	} 35,7 = L	Q	30,1
Kp	17,1		Or	28,5
Ne	15,8		Ab	26,3
Cal	2,8		An	4,6
Sp	2,8		Hy	3,3
Hr	0,7	} 6,6 = M	Cord	5,1
Fs	0,1		Fe-Cord	1,3
Fa	2,6		Mt	0,1
Ru	0,4		Ru	0,4
Cp	0,3		Cp	0,3
	100,0		100,0	

$\pi = 0,07$

$\mu = 0$

$\gamma = 0$

$\alpha = 15$

Formule « Niggli »

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
Granito di Scalari	404,3	44,4	16,9	6,7	32	0,51	0,3	0,39
Granito engadinitico	380	43	13	8	36	0,5	0,25	

Granito a due miche di Pian Telesio in Valle del Piantonetto (sui tornanti stradali a 500 m. a valle della diga).

La roccia all'esame macroscopico è molto simile al granito di Scarlari; è di colore chiaro grigio biancastro, ma senza i riflessi azzurrognoli.

In sezione sottile fra le due rocce si possono notare alcune differenze, nell'insieme però mostrano caratteristiche petrografiche abbastanza analoghe, come risulta d'altra parte anche dall'analisi chimica.

Per quanto riguarda la struttura si nota anche qui un carattere cataclastico abbastanza evidente che ha interessato in particolare il quarzo e i feldispatici (Tav. I, fig. 2).

Unico elemento femico è la biotite; anche la muscovite è presente fra i componenti primari, ma sempre scarsa. A questi minerali si associa inoltre qualche cristallo di granato di dimensioni varie.

Il quarzo è in plaghe allotriomorfe monoindividuali o costituite da vari granuli anche assai minuti, che si distribuiscono a scie ondulate fra i cristalli maggiori o entro le fratture degli individui feldispatici. Al quarzo microgranulare si associano pure minuti elementi feldispatici (con indici di rifrazione decisamente inferiori a quelli del quarzo), lamelle sericitico-muscovitiche e rare associazioni mirmechitiche.

Come nel granito di Scarlari anche qui sono molto abbondanti vistosi cristalli microclini con associazione pertitica di albite, talvolta a geminazione Carlsbad, inalterati o con lieve caolinizzazione. L'altro tipo di feldispato, in quantità all'incirca equivalente a quello potassico, è riferibile a plagioclasio, in cristalli parzialmente riassorbiti e più o meno intensamente trasformati in una segregazione minuta sericitica con subordinata quantità di zoisite e clinozoisite, e distribuiti sia variamente nella roccia, sia inclusi entro i concrescimenti micropertitici. Degli originari cristalli rimane talora inalterata o quasi solo la parte periferica, a geminazione polisintetica e un po' zonata (Tav. I, fig. 2). Come valore massimo dell'angolo di estinzione in zona simmetrica si è trovato nei geminati secondo la legge dell'albite nella parte periferica 16° , nella parte interna 3° , il che porta a miscele di tipo oligoclasico e albitico al margine.

Per quanto riguarda i rapporti tra il feldispato potassico e il plagioclasio sono evidenti vari stadi di riassorbimento di quest'ultimo: si notano infatti, sia individui geminati ancora abbastanza sviluppati, saussuritizzati e con i bordi corrosi, sia relitti anche molto minuti ormai quasi completamente riassorbiti.

Anche in questo granito, come in quello di Scalari, la biotite non è molto abbondante; è invece più intenso un processo di parziale cloritizzazione con segregazione di ossidi ferro-titaniferi. I colori di pleocroismo della mica inalterata variano dal rosso bruno per β e γ a giallo chiaro per α . Sono frequenti le inclusioni di zircone e minerali radioattivi con alone pleocroico che si ritrovano talora anche nella clorite. Al contatto tra la biotite e il feldispato si osservano spesso evidenti fenomeni di corrosione con segregazione di granuletti di quarzo, di ossidi ferro-titaniferi e di lamelline muscovitiche. Qualche volta le lamine biotitiche terminano in un aggregato più minuto di lamelline variamente orientate.

La muscovite, in quantità subordinata rispetto all'altra mica, si trova in lamelline associate alla biotite oppure rideposta entro fratture del feldispato. Si accompagna anche a plaghe lenticolari di un aggregato cloritico-muscovitico con scarsa biotite, probabilmente pseudomorfo su un minerale preesistente di cui non rimangono tracce.

Qua e là, come abbiamo detto, compare anche qualche cristallo di granato sempre attraversato da grosse fratture in cui s'annidano come prodotti secondari lamelle di clorite e muscovite.

Dal confronto dei coefficienti molecolari ottenuti in base all'analisi chimica (Tab. II) con quelli stabiliti da Niggli si deduce che il granito di Pian Telessio corrisponde abbastanza bene al tipo rapakivítico dei graniti alcalino-potassici, con una certa tendenza verso i tipi magmatici del gruppo leucogranitico di serie normale, come sarebbe indicato dai coefficienti un po' più elevati di *si* ed *al*.

Si può rilevare un lieve eccesso nella quantità molecolare di *al*, per quanto la differenza *al-alc* rientri nei limiti stabiliti per i tipi magmatici sopra indicati.

Gneiss occhiadino del Lago di Ceresole (cava della diga di sbarramento).

La roccia ha aspetto ghiandolare occhiolato molto evidente per la presenza di grosse mandorle feldispatiche allungate secondo la direzione di scistosità generale della roccia, resa evidente dall'alternanza di sottili letti micacei ondulati (Tav. I, fig. 3).

Al microscopio le maggiori lenti feldispatiche risaltano nell'aggregato fondamentale a grana minuta piuttosto eterogenea rappresentato in ordine di abbondanza decrescente da una alternanza di lenti-

TABELLA II

Granito a due miche di Pian Telessio in Valle del Piantonetto

Composizione chimica

SiO ₂	75,06	Na ₂ O	2,63
Al ₂ O ₃	12,78	K ₂ O	4,90
Fe ₂ O ₃	0,34	TiO ₂	0,12
FeO	2,07	P ₂ O ₅	0,08
MnO	0,04	H ₂ O ⁻	0,12
MgO	0,55	H ₂ O ⁺	0,69
CaO	0,80		
			100,18

« Base »

Q	59,6	} 34,4 = L
Kp	17,8	
Ne	14,5	
Cal	2,1	
Sp	2,4	} 5,8 = M
Hr	0,8	
Fs	0,4	
Fa	2,1	
Ru	0,1	
Cp	0,2	
	100,0	

« Norma molecolare »

Q	33,7
Or	29,6
Ab	24,1
An	3,5
Hy	2,5
Cord	4,4
Fe-Cord	1,5
Mt	0,4
Ru	0,1
Cp	0,2
	100,0

$\pi = 0,06$

$\mu = 0$

$\gamma = 0$

$\alpha = 18,9$

Formule « Niggli »

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
Granito di Pian Telessio	444,3	44,6	16,8	5,1	33,5	0,54	0,29	0,30
Granito rapakivítico	350	41	18	9	32	0,45	0,3	
Granito engadinitico	380	43	13	8	36	0,50	0,25	

celle e straterelli, alquanto irregolari, quarzoso o quarzoso-feldispatici e letti micacei ondulati. Sono abbastanza diffusi cristallini di granato e vari termini del gruppo dell'epidoto.

Il feldispato potassico, sempre perfettamente inalterato o con lievi fenomeni di caolinizzazione a plaghe, si trova come ortoclasio in elementi piuttosto minuti nei letti quarzosi e come microclino a geminazione Carlsbad nei grossi occhi, dove sfuma verso chiazze e plaghe di albite con geminazione molto irregolare ed evanescente, disposte alla periferia o anche all'interno del microclino (Tav. I, fig. 3).

Alcune di queste plaghe di feldispato sodico nell'interno del feldispato potassico manifestano chiari fenomeni di riassorbimento, particolarmente evidenti là dove i resti del plagioclasio sono rivelati dai piccoli microliti orientati di sericite con subordinata clinzoisite derivanti da un precedente processo di saussuritizzazione.

Nell'ortoclasio si notano scie ocracee e qualche frattura riempita da clorite e albite. Nel feldispato potassico si trovano inclusi anche elementi sporadici di quarzo e granato. L'albite, oltre che associata intimamente ai maggiori individui di feldispato potassico nel modo già descritto, si trova pure in cristalloblasti a grana media e di forma lenticolare, variamente distribuita nei letti micacei ed in quelli quarzosi. E' costituita in genere da cristalli singoli o più raramente da geminati di due individui secondo la legge dell'albite. Le determinazioni al T.U. hanno dato: angolo massimo di estinzione in zona simmetrica $\perp (010) = -15^\circ$; angolo degli assi ottici $2V_\gamma = 75^\circ$. Si tratta quindi di albite quasi pura. Questi fenoeristalli, sempre molto ben conservati contengono spesso minute inclusioni estranee costituite da granuletti di quarzo a forma di goccia, lamelline sericitiche e talora cloritiche e granuletti di epidoto. Rappresentano quindi una generazione albitica tardiva che qua e là talora sembra circondare e includere anche resti di ortoclasio parzialmente sostituito.

La mica è rappresentata da muscovite e biotite, quest'ultima con pleocroismo a toni variabili o da marron per β e γ a giallo quasi incoloro per α , o da verde chiaro per β e γ a incoloro per α .

Queste miche sono quasi sempre associate fra loro e a clorite di alterazione della biotite in letti e lenti molto ricche di epidoto e che talvolta sfumano in zone nelle quali questo minerale è abbondante, dando luogo ad aggregati microcristallini di zoisite a struttura dendritica, clinzoisite e subordinato epidoto cerifero. In queste plaghe si

trovano pure granato e titanite, che sono accessori frequenti, talora distribuiti in coroncine o lenticelle. In alcuni punti della roccia l'abbondanza del granato nelle intime associazioni micaceo-epidotiche quarzose fa ritenere che si tratti di sottili lembi di parascisti granatiferi compresi nella roccia.

Sono accessori ossidi di ferro e zirconio.

Azioni cataclastiche sono evidenti sia nelle mandorle feldispatiche sia nelle lenticelle quarzose, ma sono in buona parte risanate dai fenomeni di rigenerazione cristalloblastica.

I valori ottenuti in base all'analisi chimica (Tab. III) dimostrano che questa roccia corrisponde al tipo di granito « engadinitico »; si distingue soltanto per un valore leggermente più basso del coefficiente alc e quindi un lieve eccesso nel coefficiente al rispetto alla somma $alc + c$, pur rientrando sia il valore alc , sia la differenza $al - alc$ nei limiti indicati da Niggli per il gruppo dei magmi leucogranitici.

Gneiss ghiandone della media Valle dell'Orco (fra Fornolosa e Rosone).

Roccia a tessitura gneissica, a grana medio grossa caratterizzata dalla presenza di vistosi interclusi feldispatici a geminazione Carlsbad.

Al microscopio la struttura della roccia presenta intensi fenomeni di cataclasi che si manifestano con particolare evidenza nel quarzo e nei maggiori individui di feldispato.

Componenti essenziali sialici sono in ordine di importanza feldispati, quarzo e biotite; la muscovite è nettamente subordinata. Elementi accessori più abbondanti sono apatite, titanite, termini del gruppo dell'epidoto e ossidi ferro-titaniferi.

I grossi individui di feldispato potassico, a geminazione Carlsbad, sono costituiti da microclino o anche da ortoclasio che rappresenta il fondo di associazioni micropertitiche con plagioclasio sodico e sono quasi esenti da prodotti di alterazione, a differenza di quanto si osserva in altre plaghe costituite da plagioclasio e che appaiono tutte cosparsate di microliti di sericite, clinozoisite e zoisite (Tav. I, fig. 4). Dato l'intenso fenomeno di trasformazione e cataclasi che ha colpito il minerale preesistente le determinazioni ottiche risultano impossibili, anche per il fatto che le plaghe plagioclastiche sono ridotte ad un aggregato granulare di individui privi di geminazione. A giudicare però dagli indici di rifrazione di questi granoblasti, sempre decisamente inferiori all'indice ω del quarzo, si può dedurre che si tratta di termini albitici.

TABELLA III

Gneiss occhiadino del Lago di Ceresole

Composizione chimica			
SiO ₂	72,25	Na ₂ O	3,40
Al ₂ O ₃	14,58	K ₂ O	4,54
Fe ₂ O ₃	0,15	TiO ₂	0,39
FeO	2,00	P ₂ O ₅	0,25
MnO	0,05	H ₂ O ⁻	0,12
MgO	0,57	H ₂ O ⁺	0,94
CaO	1,31		
			100,55

« Base »			« Norma molecolare »	
Q	55,0		Q	25,7
Kp	16,4	} 38,4 = L	Or	27,4
Ne	18,6		Δb	31,0
Cal	3,4		Δn	5,7
Sp	2,4		Hy	2,3
Hr	1,3	} 6,1 = M	Cord	4,4
Fs	0,2		Fe-Cord	2,4
Fa	1,8		Mt	0,2
Ru	0,4		Ru	0,4
Cp	0,5		Cp	0,5
	100,0			100,0

$\pi = 0,09$

$\mu = 0$

$\gamma = 0$

$\alpha = 14,4$

Formule « Niggli »

	si	al	fm	c	alc	k	mg	c/fm
Gneiss occhiadino del Lago di Ceresole	383,3	45,5	14,2	7,5	32,8	0,47	0,31	0,52
Granito engadinitico	380	43	13	8	36	0,5	0,25	

Plaghe minori di plagioclasii albitici con abbondante segregazione microlitica si trovano anche, parzialmente riassorbite, entro le associazioni micropertitiche. Ai limiti fra plagioclasio e feldispato potassico s'interpongono talora degli orli di transizione costituiti da aggregati microcristallini di plagioclasio. Sia i grandi individui di feldispato potassico, sia le plaghe di plagioclasio appaiono fratturate in vari sensi e ricementate da quarzo microgranulare a cui talvolta si associano minuti individui di feldispato, biotite e calcite.

La biotite è in parte decolorata con perdita decisa di pleocroismo e birifrangenza ed in parte già trasformata in clorite (termine penninico). La trasformazione è accompagnata da intensa segregazione di titanite in aggregati di piccoli granuli o in cristalli maggiori allungati lungo le tracce di sfaldatura delle lamine. Nella clorite sono caratteristiche frequenti inclusioni di zirconio e minerali radioattivi con aloni pleocroici, di epidoto pistacchico, clinozoisite ed epidoto cerifero.

L'apatite è un accessorio piuttosto comune e si trova distribuito anche in cristalli abbastanza sviluppati ovunque, specie entro la clorite.

Altro componente accessorio della roccia è rappresentato da qualche granulo sporadico e irregolare di granato.

Dal confronto fra i valori molecolari dedotti dall'analisi chimica (Tab. IV) e le formule magmatiche di Niggli, questa facies si accosta al gruppo dei magmi granitici debolmente sialici ed in particolare al tipo adamellitico con un valore alto del coefficiente k .

Gneiss occhiadino del Colle del Nivolet (poco sotto al valico, sul versante di Ceresole).

Macroscopicamente la roccia ha tessitura scistosa determinata dalla disposizione orientata dei minerali micacei, in alcuni punti si vedono bene lenticelle o letti ondulati di parascisti intimamente compresi nella roccia gneissica predominante.

Al microscopio tale tessitura è confermata dalla disposizione subparallela di bande quasi esclusivamente quarzose, ad individui allungati e suturati fra loro e ad estinzione irregolare e ondulata, di bande quasi puramente feldispatiche (albite e ortoclasio), di letti micacei sottili, un po' ondulati e discontinui ad epidoto e qua e là anche di nidi e coroncine di granato con andamento subparallelo (Tav. II, fig. 1).

Il feldispato, che segue in ordine di abbondanza al quarzo, è riferibile sia a feldispato sodico (albite ben determinabile per i valori degli

TABELLA IV

Gneiss ghiandone della media Valle dell'Orco

Composizione chimica

SiO ₂	68,02	Na ₂ O	3,02
Al ₂ O ₃	14,33	K ₂ O	5,21
Fe ₂ O ₃	1,49	TiO ₂	0,47
FeO	3,20	P ₂ O ₅	0,20
MnO	0,04	H ₂ O ⁻	0,14
MgO	1,02	H ₂ O ⁺	0,99
CaO	2,08		
			100,21

« Base »

Q	50,3	} 41,0 = L
Kp	18,9	
Ne	16,6	
Cal	5,5	
Sp	0,7	} 8,3 = M
Fs	1,6	
Fo	1,8	
Fa	3,9	
Ru	0,3	
Cp	0,4	
	100,0	

« Norma molecolare »

Q	27,2
Or	31,5
Ab	22,1
An	9,1
En	2,4
Hy	4,1
Cord	1,3
Mt	1,6
Ru	0,3
Cp	0,4
	100,0

$\pi = 0,13$

$\mu = 0,24$

$\gamma = 0$

$\alpha = 8,3$

Formule « Niggli »

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
Gneiss ghiandone fra Fornolosa e Rosone	305,5	37,9	24	10	28,1	0,53	0,28	0,42
Granito adamellitico	300	37,5	22,5	13,5	26,5	0,45	0,3	

indici di rifrazione inferiori ad ω del quarzo, per l'angolo $2V$ di circa $+ 80^\circ$), sia a feldispato potassico (ortoclasio e microclino) in quantità quasi equivalente. Entrambi i minerali assumono talora sviluppo maggiore; l'albite in cristalloblasti lenticolari, inalterata ma spesso provvista di microinclusioni estranee (di quarzo, lamelline micacee, epidoto e granato), in genere prive di geminazione o con rara geminazione semplice a due individui secondo la legge dell'albite. Si tratta di un termine albitico quasi puro come risulta dalle seguenti determinazioni eseguite al T. U.: $2V_\gamma = 76^\circ$; estinzione simmetrica $\perp (010) = 16^\circ$. In alcuni punti i limiti fra i cristalloblasti di albite e i lepidoblasti di biotite presentano bordi addentellati di transizione nei letti micacei, denotando un carattere singenetico di ricristallizzazione.

L'ortoclasio, senza limiti cristallini ben definiti, si associa spesso all'albite in quantità quasi equivalente o di poco subordinata.

Per quanto riguarda le miche sono riferibili, analogamente a quanto si è notato nello gneiss di Ceresole, a muscovite in lamine anche abbastanza sviluppate, a biotite in lamine minori o dai contorni sfumati e ad una mica a toni più chiari i cui colori d'interferenza si accostano a quelli della biotite. Sono sempre accompagnate da un po' di clorite e da abbondanti granuli e cristalli di clinzoisite, epidoto pistacitico e titanite.

Il granato, che si può considerare un elemento accessorio, si trova in scie e chiazze di minuti cristalli nei letti feldispatici.

Gli effetti dinamici sono visibili oltre che nel quarzo qualche volta anche nell'estinzione ondulata di alcuni individui feldispatici.

In base alla formula magmatica che risulta dall'analisi chimica (Tab. V) si deduce che questa roccia ben s'inquadra fra il tipo aplite ed il tipo engadinitico dei magmi leucogranitici di Niggli.

Gneiss occhiadino fettucciato di Valmontey (fianco sinistro, 300 metri a monte del torrente Lauzon).

Questa roccia si distingue macroscopicamente dallo gneiss occhiadino di Colle del Nivolet per un'alternanza più fitta e regolare dei letti micacei e degli straterelli a forma lenticolare fettucciata dei componenti sialici bianchi.

All'esame microscopico in questa facies la struttura risulta decisamente granoblastica, con sviluppo abbastanza uniforme dei vari componenti fra i quali spiccano solo alcuni porfiroblasti di microclino a geminazione Carlsbad.

TABELLA V

Gneiss occhiadino del Colle del Nivolet

Composizione chimica			
SiO ₂	74,32	Na ₂ O	3,51
Al ₂ O ₃	13,42	K ₂ O	4,63
Fe ₂ O ₃	0,17	TiO ₂	0,20
FeO	1,66	P ₂ O ₅	0,20
MnO	—	H ₂ O ⁻	0,10
MgO	0,31	H ₂ O ⁺	0,92
CaO	0,92		<hr/>
			100,36

« Base »		« Norma molecolare »	
Q	57,5	Q	30,7
Kp	16,8	Or	28,0
Ne	19,2	Ab	32,0
Cal	2,0	An	2,1
Sp	1,3	Hy	2,2
Hr	1,0	Cord	2,4
Fs	0,2	Fe-Cord	1,8
Fa	1,4	Mt	0,2
Ru	0,2	Ru	0,2
Cp	0,4	Cp	0,4
	<hr/>		<hr/>
	100,0		100,0

$\pi = 0,05$

$\mu = 0$

$\gamma = 0$

$\alpha = 23,7$

Formule « Niggli »

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
Gneiss occhiadino del Colle del Nivolet	431,2	45,9	11,5	5,7	38,9	0,46	0,23	0,49
Granito aplitico	460	47	8	5	40	0,45	0,25	
Granito engadinitico	380	43	13	8	36	0,5	0,25	

La tessitura è scistosa, definita dall'andamento subparallelo dei letti micacei e dei cristalli di epidoto (Tav. II, fig. 2).

Per quanto riguarda la composizione mineralogica questa roccia si accosta sensibilmente allo gneiss di Colle del Nivolet, come d'altra parte rivela anche l'analisi chimica.

I componenti essenziali sono quarzo, albite, ortoclasio e microclino in primo piano e in quantità quasi equivalenti, miche ed epidoto.

Molto spesso le maggiori plaghe sialiche assumono forma a mandorla e risultano costituite in prevalenza da microclino che include sempre quantità notevoli di albite e quarzo. Tutti e tre i minerali di questi occhi si rivelano privi di inclusioni.

I granoblasti di albite, sparsi un po' in tutta la roccia in mezzo all'aggregato quarzoso-feldispatico fondamentale, appaiono per lo più privi di geminazione, oppure costituiti da due individui associati secondo la legge dell'albite; molto più raramente presentano un'incerta geminazione polisintetica con scarse lamelle.

I valori degli indici compresi fra quelli dell'ortoclasio e l' ω del quarzo, il segno ottico positivo, l'angolo degli assi ottici decisamente inferiore a 90° , il valore massimo dell'angolo di estinzione simmetrica normale a (010) di 17° - 18° , permettono di affermare che si tratta di un termine albitico quasi puro. I granoblasti presentano spesso minute inclusioni microscopiche di elementi estranei costituiti da sericite, clinozoisite e più rari microliti di zircone, clorite e titanite.

In questa roccia nei letti micacei l'epidoto che si associa alla biotite e muscovite è distribuito in scie discontinue di individui piuttosto abbondanti e a grana media; è riferibile a termini clinozoisitici o pistacitici, in cristalli irregolarmente zonati con nette tracce di sfaldatura e colori d'interferenza anomali a chiazze, o in via subordinata a ortite.

La biotite qua e là è sostituita in parte, o anche totalmente, in clorite. Ai minerali precedenti si accompagnano coroncine di granuli di zircone e titanite.

I dati analitici riportati nella Tab. VI rivelano per questa roccia una corrispondenza perfetta con il tipo di granito engadinitico di Niggli.

Paragneiss albitico granatifero minuto sopra il Lago Agnel (alta Valle dell'Orco).

La roccia, di colore grigio e grana minuta, mostra al microscopio tessitura scistosa ondulata, lenticolare per la presenza di mandorle subparallele costituite in prevalenza da albite e inguainate da letti micaceo cloritici (Tav. II, fig. 3).

TABELLA VI

Gneiss occhiadino fettucciato di Valnontey

Composizione chimica

SiO ₂	71,41	Na ₂ O	3,71
Al ₂ O ₃	14,62	K ₂ O	4,87
Fe ₂ O ₃	0,56	TiO ₂	0,44
FeO	1,89	P ₂ O ₅	0,16
MnO	0,04	H ₂ O ⁻	0,09
MgO	0,50	H ₂ O ⁺	0,76
CaO	1,44		
			100,49

« Base »

Q	53,2	} 41,4 = L
Kp	17,4	
Ne	20,2	
Cal	3,8	
Sp	1,6	} 5,1 = M
Fs	0,6	
Fo	0,3	
Fa	2,3	
Ru	0,3	
Cp	0,3	
	100,0	

« Norma molecolare »

Q	23,9
Or	29,0
Ab	33,6
An	6,3
En	0,4
Hy	2,7
Cord	2,9
Mt	0,6
Ru	0,3
Cp	0,3
	100,0

$\pi = 0,09$

$\mu = 0,09$

$\gamma = 0$

$\alpha = 15$

Formule « Niggli »

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
Gneiss occhiadino di Valnontey	363,6	43,8	14,2	7,9	34,1	0,46	0,26	0,55
Granito engadinitico	380	43	13	8	36	0,5	0,25	

La composizione mineralogica della roccia è data da quarzo, albite, muscovite, biotite, clorite, epidoto e granato; accessori sono invece titanite, zircone, ematite, apatite e attinoto.

Quarzo ed albite intimamente associati formano un aggregato granoblastico a grana minuta e mostrano azioni cataclastiche non molto intense. Il feldispato albitico costituisce da solo o associato al quarzo le ghiandole, generalmente è privo di geminazione, ma qualche volta offre rare lamelle a geminazione polisintetica; gli indici di rifrazione inferiori all' ω del quarzo, il segno ottico positivo e gli angoli di estinzione in zona simmetrica di 16° indicano composizione di un termine sodico quasi puro. I cristalli sono quasi sempre cosparsi di piccoli individui idiomorfi di tutti gli altri minerali presenti nella roccia.

I componenti scistogeni della roccia sono muscovite, clorite e subordinatamente biotite, spesso associate fra loro in letti irregolari ondulati e con deformazione a carattere paracristallino.

Il granato si trova sparso ovunque in cristalli a grana variabile, con inclusioni di quarzo e di termini del gruppo dell'epidoto, e anche con fratture irregolari nelle quali s'insinuano lamine di clorite.

I termini epidotici sono riferibili in genere a clinozoisite, talora con nuclei di transizione verso termini pistacitici o anche talora con caratteri intermedi fra quelli della pistacite e dell'ortite.

Come abbiamo accennato si trova in quantità accessoria un anfibolo con sensibile pleocroismo a tinte verdi azzurrognole; è associato normalmente a clorite, talora anche a biotite, e si potrebbe riferire ad un termine della famiglia dell'attinoto.

Nella Tab. VII vengono riportati i valori dedotti dall'analisi chimica; la formula mostra che ci si accosta ad un tipo di diorite quarzifera, si rivela però rispetto a questo gruppo di rocce, quasi isofale o debolmente sialiche povere di potassio, un eccesso di allumina e di silice non saturate ed un difetto di calcio; il che conferma il carattere di paragneiss albitici piuttosto che di ortogneiss.

Micasisto muscovitico granatifero di Pian Telessio in Valle del Piantonetto. (500 metri a valle della diga, compreso fra gneiss granitico e gneiss minuto).

La roccia ha colore grigio argenteo lucente per l'abbondanza degli elementi micacei e mostra una certa tessitura scistosa non molto accentuata.

Al microscopio rivela scistosità piuttosto irregolare, per una irregolare distribuzione di letti e lenti a grana media e di spessore va-

TABELLA VII

Paragneiss albitici granatiferi minuti sopra il Lago Agnel

Composizione chimica

SiO ₂	67,46	Na ₂ O	3,70
Al ₂ O ₃	14,32	K ₂ O	1,57
Fe ₂ O ₃	1,58	TiO ₂	0,62
FeO	4,16	P ₂ O ₅	0,17
MnO	0,08	H ₂ O ⁻	0,14
MgO	1,88	H ₂ O ⁺	1,67
CaO	2,88		
			100,23

« Base »

Q	52,5	}	34,5 = L
Kp	5,7		
Ne	20,5		
Cal	8,3		
Sp	2,8	}	12,6 = M
Fs	1,8		
Fo	2,5		
Fa	5,1		
Ru	0,4		
Cp	0,4		
	100,0		

« Norma molecolare »

Q	26,0
Or	9,5
Ab	34,1
An	13,8
En	3,3
Hy	5,6
Cord	5,1
Mt	1,8
Ru	0,4
Cp	0,4
	100,0

$\pi = 0,24$

$\mu = 0,26$

$\gamma = 0$

$\alpha = 7,02$

Formule « Niggli »

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
Paragneiss minuti sopra il Lago Agnel	285,4	35,7	31,9	13	19,4	0,22	0,37	0,40

riabile, costituiti essenzialmente o da granoblasti di quarzo suturati fra loro o da lepidoblasti di muscovite variamente orientati e associati a quantità subordinata di clorite. Sono pure elementi principali, in ordine di abbondanza decrescente rispetto alla mica e al quarzo, numerosi cristalli rotondeggianti di granato distribuiti un po' dovunque nella roccia, ma localizzati in prevalenza nei letti micacei, e alcuni cristalloblasti feldispatici, talora disposti in modo da formare delle lenti allungate ed in genere grossolanamente concordanti con la scistosità generale della roccia (Tav. II, fig. 4).

I cristalloblasti feldispatici non presentano quasi mai geminazione (se si esclude qualche rara traccia di geminazione albite), non offrono zonatura alcuna e sono del tutto freschi; dal valore degli indici di rifrazione decisamente inferiori all' ω del quarzo e dal segno ottico positivo si può stabilire che si tratta di termini albitici o comunque di termini molto ricchi di sodio. Negli individui si osservano inclusioni di lepidoblasti micacei, di granuli di quarzo e di ossidi ferro-titaniferi.

Il granato ha grana media e solo raramente assume sviluppo maggiore; gli individui, più o meno idiomorfi, sempre con evidenti fratture, sono per lo più freschi, talora invece strettamente associati a plaghe subordinate di clorite che s'insinuano anche nelle fratture del granato; più di raro si nota entro chiazze rotondeggianti di clorite una segregazione di ossidi di ferro e relitti di granato. La clorite si trova anche in lamine allungate, intimamente associate ai letti micacei, dove è manifesta la sua derivazione almeno in parte da biotite, della quale sono rimaste qua e là solo poche tracce relitte.

Fra gli accessori è diffusa la tormalina in individui fra loro aggregati a formare plaghe irregolari, il pleocroismo varia dall'incolore al verde con tonalità un po' diverse da punto a punto, indicando così locali variazioni di composizione. Sono poi accessori diffusi ossidi di ferro (magnetite, ematite), ossidi ferro-titaniferi e più scarsi granuli di apatite. La presenza contemporanea di tormalina e apatite fa ritenere che questi minerali siano di apporto tardivo in fase pegmatitico-pneumatolitica, il che può accordarsi con il fatto che questi scisti, pur non manifestando chiari fenomeni di contatto, si trovano tuttavia poco lontani dai graniti del Piantonetto.

I valori dell'analisi chimica riportati nella Tab. VIII mostrano che la formula di questa roccia non trova alcuna rispondenza fra i tipi magmatici, da cui scarta decisamente soprattutto per il forte eccesso di allumina che denota un sicuro carattere di parascisto derivato da originari sedimenti arenaceo-argillosi.

TABELLA VIII

Miscascisto muscovitico granatifero ad albite di Valle del Piantonetto

Composizione chimica

SiO ₂	55,44	Na ₂ O	0,61
Al ₂ O ₃	23,02	K ₂ O	5,56
Fe ₂ O ₃	2,15	TiO ₂	1,10
FeO	5,10	P ₂ O ₅	0,20
MnO	0,14	H ₂ O ⁻	0,16
MgO	2,48	H ₂ O ⁺	3,18
CaO	0,59		<hr/>
			100,36

« Base »

Q	45,4	} 25,4 = L
Kp	20,8	
Ne	3,5	
Cal	1,1	
Sp	10,8	
Hr	12,9	} 28,8 = M
C	1,9	
Fs	2,4	
Ru	0,8	
Cp	0,4	
	<hr/>	
	100,0	

« Norma molecolare »

Q	7,3
Or	34,7
Ab	6,0
An	2,1
Cord	19,8
Fe-Cord	23,6
Sil	2,9
Fs	2,4
Ru	0,8
Cp	0,4
	<hr/>
	(*) 100,0

$\pi = 0,04$

$\mu = 0$

$\gamma = 0$

$\alpha = 2,96$

Formule « Niggli »

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>e</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
Miscascisto muscovitico granatifero ad albite di Valle del Piantonetto	197,8	48,4	34,6	2,3	14,7	0,86	0,38	0,06

(*) Non compare il valore relativo ad Mt in quanto nella base, data l'abbondanza di Al, tutto il Fe si è combinato per formare H.

Considerazioni generali sul chimismo delle rocce studiate.

Dalle ricerche analitiche eseguite, i cui risultati sono riportati nelle tabelle riassuntive (Tab. IX e X), si può dedurre che le due *rocce a facies granitoidi di Valle dell'Orco e di Valle del Piantonetto* hanno composizione normale di rocce magmatiche persiliciche, accostandosi notevolmente a due tipi fondamentali del gruppo leucogranitico della classificazione di Niggli: l'una, quella di Scalari, al granito engadinitico di serie alcali-calceica, l'altra, quella di Pian Telesio, al tipo rapakivitico di serie alcalino-potassica con una certa tendenza verso lo stesso tipo engadinitico.

Il confronto fra i risultati da me ottenuti e quelli delle analisi eseguite da C. Rouger e riportate da R. Michel per le corrispondenti facies petrografiche di tipo granitoidi rivela notevoli differenze: appaiono particolarmente evidenti e significative per un'esatta classificazione delle facies analizzate quelle relative al contenuto di alcali e di allumina.

	<i>Granito di Scalari</i>		<i>Granito di Pian Telesio</i>	
	Anal. Viterbo	Anal. Rouger	Anal. Viterbo	Anal. Rouger
SiO ₂	73,36	73,11	75,06	71,88
Al ₂ O ₃	13,67	15,39	12,78	14,91
Fe ₂ O ₃	0,06	1,29	0,34	0,26
FeO	2,47	0,95	2,07	1,45
MnO	0,02	0,03	0,04	0,05
MgO	0,63	0,53	0,55	0,62
CaO	1,13	0,91	0,80	1,23
Na ₂ O	2,89	1,53	2,63	2,27
K ₂ O	4,72	5,10	4,90	5,59
TiO ₂	0,52	0,32	0,12	0,29
P ₂ O ₅	0,12	0,24	0,08	0,32
H ₂ O ⁻	0,11	0,15	0,12	0,11
H ₂ O ⁺	0,72	0,50	0,69	0,31
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,42	100,05	100,18	99,29

		<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>
Granito di Scalari	{ C. Viterbo	404,3	44,4	16,9	6,7	32	0,51
	{ C. Rouger	422	52,5	14,5	5,5	27,5	0,68
Granito di Pian Telessio	{ C. Viterbo	444,3	44,6	16,8	5,1	33,5	0,54
	{ C. Rouger	395	48	13	7	32	0,61

Le analisi di Rouger danno per entrambi i termini valori notevolmente più elevati di « al » e valori un po' più bassi di « alc ». In entrambi si riduce il contenuto di sodio che in modo particolare subisce una forte riduzione nel tipo granitoide di Scalari.

In tal modo quell'anormale eccesso di allumina libera messa in evidenza da R. Michel risulta molto attenuata dalle mie determinazioni analitiche e le formule delle due rocce si accostano a quelle stabilite dal Niggli per tipi magmatici a carattere granitico, come ho sopra indicato.

Possiamo anche rilevare che, mentre secondo il Michel la roccia del Pian Telessio, definita come « granito monzonitico », sembra avere chimismo sensibilmente diverso da quella di Scalari, secondo i valori da me ottenuti si accosta al tipo rapakivítico manifestando però una certa tendenza verso lo stesso tipo engadinitico a cui ho riferito il granito di Scalari.

La composizione chimica ottenuta per lo *gneiss occhiadino del Lago di Ceresole*, che trovasi nella parte centrale del massiccio del Gran Paradiso, non corrisponde a quella risultante dall'analisi di H. Brusset per lo stesso tipo di roccia, definita da Michel come « embrechite occhiadina » e proveniente dalla medesima località.

	<i>Gneiss occhiadino</i> del Lago di Ceresole Anal. C. Viterbo	<i>Embrechite occhiadina</i> di Ceresole Anal. C. Brusset						
Al ₂ O ₃	14,58	13,42						
CaO	1,31	0,88						
Na ₂ O	3,40	1,52						
K ₂ O	4,54	3,97						
<i>Formule</i>			<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>
Gneiss occhiadino del Lago di Ceresole (C. Viterbo)			383,3	45,5	14,2	7,5	32,8	0,47
Embrechite occhiadina (H. Brusset)			472	49	20	6	25	0,63

Dal confronto dei valori soprariportati si rileva anche per questa facies petrografica una differenza particolarmente marcata nel contenuto di Na_2O che risulta, secondo i valori da me ottenuti, più che raddoppiato superando del 2% la percentuale indicata dal Brusset; non molto diversi, ma pure leggermente superiori, appaiono i dati relativi a K_2O e CaO . Ne consegue che la formula riportata nel testo del Michel non conduce ad alcuno dei tipi Niggli e non rientra nel quadro delle rocce di serie magmatica; mentre la formula ricavata dalla mia analisi porta a quello stesso tipo « granitico engadinitico » a cui già abbiamo riferito la roccia a struttura granitoida di Scalari che trovasi pochi chilometri a valle di Ceresole. Infatti la somma delle quantità molecolari « $alc + c$ » è quasi uguale al valore di « al » secondo i risultati da me ottenuti, mentre dall'analisi del Brusset risulterebbe non saturato almeno un terzo della quantità molecolare di allumina.

Anche i campioni di *gneiss occhiadini* e *ghiandoni* raccolti ai margini del massiccio hanno composizione di tipi magmatici del gruppo leucogranitico di serie alcali-calcica, con lieve eccesso di allumina e con rapporto quasi uguale fra le quantità molecolari dei due ossidi alcalini.

	1	2	3	4 (*)
Al_2O_3	14,58	14,33	13,42	14,62
Na_2O	3,40	3,02	3,51	3,71
K_2O	4,54	5,21	4,63	4,87

- (*) 1) *Gneiss occhiadino di Ceresole* (centro del massiccio);
 2) *Gneiss ghiandone di Rosone* (lato sud-orientale del massiccio);
 3) *Gneiss occhiadino del Nivolet* (margine occidentale del massiccio);
 4) *Gneiss occhiadino fettucciato di Valnontey* (estremità settentrionale del massiccio).

Per quanto riguarda in particolare lo *gneiss occhiadino fettucciato* di Valnontey, le determinazioni da me eseguite indicano un contenuto totale di alcali e particolarmente di potassio ($\text{Na}_2\text{O} = 3,71$, $\text{K}_2\text{O} = 4,87$) più elevato di quello offerto dalla analisi di C. Rouger ($\text{Na}_2\text{O} = 3,13$, $\text{K}_2\text{O} = 3,94$) per l'analogia facies marginale della contigua Valeille, che R. Michel ha definito come « embrechite occhiadina ».

Ponendo quindi a confronto i risultati analitici da me ottenuti per varie facies gneissiche ghiandolari, occhiadine o fettuciate a grana

grossa di zone centrali e periferiche del massiccio del Gran Paradiso, appare manifesto che le quantità percentuali dei due ossidi alcalini rimangono pressochè costanti, allontanandosi di poco da quelle delle facies granitoidi. Non trova quindi conferma la tesi sostenuta da R. Michel di una variazione progressiva da tipi potassici al centro e nelle parti profonde, verso tipi sodici alla periferia e nelle parti superiori del massiccio. Tesi su cui Michel ha fondato la sua ipotesi di un fronte sodico che avrebbe investito in età tardo-alpina l'intero massiccio dal nucleo verso il margine.

Assieme alle facies granitoidi ed a quelle prevalenti degli gneiss occhiadini e ghiandoni che, come abbiamo visto, offrono pure un chimismo di tipo granitico o leucogranitico, ho preso in esame anche due distinte facies di parascisti: l'una rappresentata dai *micascisti muscovitico-granatiferi* del Pian Telessio in alta Valle del Piantonetto, l'altra costituita dai *paragneiss minuti albitico-granatiferi* del Lago Agnel in alta Valle dell'Orco.

Le analisi già commentate rivelano un chimismo nettamente potassico per la prima roccia, che trova riscontro in una analoga facies di « micascisto a due miche e granato » del Vallone del Roc sopra Noasca (anal. C. Rouger in R. Michel) ed un chimismo invece decisamente sodico per l'altra roccia, la cui composizione chimica risulta simile a quella d'uno « gneiss albitico a due miche » con granato ed epidoto di Scalari in Val dell'Orco (anal. H. Brusset in R. Michel).

Possiamo anche qui rilevare che i due micascisti granatiferi appartengono alla zona interna del massiccio, mentre dei due paragneiss albitici l'uno, assunto come tipo dal Michel, trovasi pure nella parte centrale, l'altro, da me preso in esame, proviene invece dal margine occidentale del massiccio.

TABELLA IX

Quadro delle rocce analizzate

<i>Località</i>	<i>Tipo petrografico</i>	<i>Classificazione secondo i tipi magmatici Niggli</i>
1. Scalari, fra Noasca e Ceresole in Valle dell'Oreo	Granito a due miche	Gruppo leucogranitico tipo engadinitico
2. Pian Telessio, alta Valle del Piantonetto	Granito a due miche	Fra tipo rapakivítico del gruppo leucosienitico e tipo engadinitico del gruppo leucogranitico
3. Lago di Ceresole, Valle dell'Oreo	Gneiss occhiadino	Gruppo leucogranitico tipo engadinitico
4. Fra Fornolosa e Rosone, in media Valle dell'Oreo	Gneiss ghiandone	Gruppo granitico tipo adamellitico
5. Colle del Nivolet (versante di Ceresole)	Gneiss occhiadino	Gruppo leucogranitico tipo aplítico, tipo engadinitico
6. Valnontey a monte del torr. Lauzon	Gneiss occhiadino	Gruppo leucogranitico tipo engadinitico
7. Sopra il Lago Agnel, alta valle dell'Oreo	Paragneiss minuto albitico granatifero	—
8. Pian Telessio in alta valle del Piantonetto	Micascisto muscovitico granatifero ad albite	—

TABELLA X

Composizione chimica

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	73,36	75,06	72,25	68,02	74,32	71,41	67,46	55,44
Al ₂ O ₃	13,67	12,78	14,58	14,33	13,42	14,62	14,32	23,02
Fe ₂ O ₃	0,06	0,34	0,15	1,49	0,17	0,56	1,58	2,15
FeO	2,47	2,07	2,00	3,20	1,66	1,89	4,16	5,10
MnO	0,02	0,04	0,05	0,04	—	0,04	0,08	0,14
MgO	0,63	0,55	0,57	1,02	0,31	0,50	1,88	2,48
CaO	1,13	0,80	1,31	2,08	0,92	1,44	2,88	0,59
Na ₂ O	2,89	2,63	3,40	3,02	3,51	3,71	3,70	0,61
K ₂ O	4,72	4,90	4,54	5,21	4,63	4,87	1,57	5,56
TiO ₂	0,52	0,12	0,39	0,47	0,20	0,44	0,62	1,10
P ₂ O ₅	0,12	0,08	0,25	0,20	0,20	0,16	0,17	0,20
H ₂ O-	0,11	0,12	0,12	0,14	0,10	0,09	0,14	0,16
H ₂ O+	0,72	0,69	0,94	0,99	0,92	0,76	1,67	3,81
Tot.	100,42	100,18	100,55	100,21	100,36	100,49	100,23	100,36

Formule « Niggli »

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>	<i>Q</i>	<i>L</i>	<i>M</i>
1	404,3	44,4	16,9	6,7	32,0	0,51	0,30	0,39	57,4	35,7	6,6
2	444,3	44,6	16,8	5,1	33,5	0,54	0,29	0,30	59,6	34,4	5,8
3	383,3	45,5	14,2	7,5	32,8	0,47	0,31	0,52	55,0	38,4	6,1
4	305,5	37,9	24,0	10,0	28,1	0,53	0,28	0,42	50,3	41,0	8,3
5	431,2	45,9	11,5	5,7	38,9	0,46	0,23	0,49	57,5	38,0	4,1
6	363,6	43,8	14,2	7,9	34,1	0,46	0,26	0,55	53,2	41,4	5,1
7	285,4	35,7	31,9	13,0	19,4	0,22	0,37	0,40	52,5	34,5	12,6
8	197,8	48,4	34,6	2,3	14,7	0,86	0,38	0,06	45,4	25,4	28,8

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I

Fig. 1. — *Granito a due miche di Scalari, in Val dell'Orco.*

Struttura di tipo cataclastico, evidente nell'estinzione ondulata del quarzo, nelle fratture che attraversano le grosse plaghe feldispatiche ad associazione micropertitica (con prevalente microclino), risanate da una microgranulazione di calcite o di quarzo. Le lamine biotitiche (verso l'alto) a contatto con il quarzo presentano margini sfrangiati come bordi di reazione.

Nicols incrociati, 21 \times .

Fig. 2. — *Granito a due miche di Pian Telesio, in Valle del Piantonetto.*

Struttura di tipo cataclastico rivelata dalla estinzione ondulata del quarzo, in parte ricristallizzato in una microgranulazione minuta (a sinistra in basso), nelle fratture delle plaghe feldispatiche ad associazione micropertitica (con microclino prevalente e subordinata albite), e nell'ondulazione delle lamine biotitiche.

Verso l'alto della fotografia individuo di plagioclasio (oligoclasico) intensamente trasformato ed in parte riassorbito, con sottile zona periferica inalterata e a geminazione polisintetica.

Nicols incrociati, 21 \times .

Fig. 3. — *Gneiss occhiadino del Lago di Ceresole.*

A destra della fotografia grosso individuo di feldispato potassico che sfuma verso plaghe di albite nella zona marginale e risalta nell'aggregato fondamentale della roccia, a grana minuta (verso sinistra della figura), costituito da una alternanza di letti micacei ondulati con cristalloblasti di albite.

Nicols incrociati, 21 \times .

Fig. 4. — *Gneiss ghiandone fra Fornolosa e Rosone.*

Grosso individuo di feldispato potassico a geminazione Carlsbad, con albite accessoria in associazione micropertitica; verso l'alto a sinistra plaga di plagioclasio (albite oligoclasica) intensamente trasformato e parzialmente riassorbito.

Nicols incrociati, 21 \times .



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

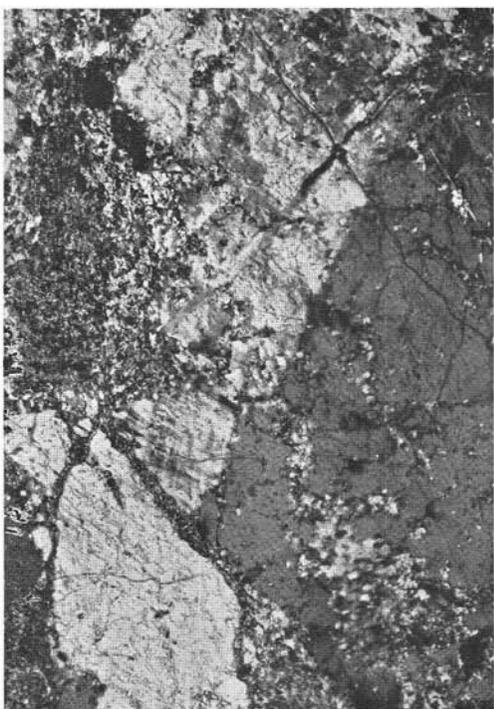


Fig. 4

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II

Fig. 1. — *Gneiss occhiadino del Colle del Nivolet.*

Tessitura scistosa determinata dalla disposizione subparallela di bande quarzose, di lenticelle feldspatiche (albite e ortoclasio) e di letti micacei sottili. Al centro e verso destra della figura cristalloblasti lenticolari di albite con microinclusioni estranee.

Niels incrociati, 21 \times .

Fig. 2. — *Gneiss occhiadino fettucciato di Valmontey.*

Struttura cristalloblastica e tessitura scistosa dovuta alla disposizione subparallela di sottili letti micacei che si alternano a paghe sialiche, costituite in prevalenza da quarzo, microclino ed albite.

Niels incrociati, 21 \times .

Fig. 3. — *Paragneiss albitico granatifero minuto, sopra il Lago Agnel.*

Mandorle albitiche cosparse di minute inclusioni ed inguainate da letti micaceo-cloritici.

Al centro della figura cristalli di granato in parte fratturati.

Solo polarizzatore, 26 \times .

Fig. 4. — *Miscisto muscovitico granatifero di Pian Telesio.*

Tessitura scistosa piuttosto irregolare dovuta ad un'alternanza irregolare di letti micacei con letti o aggregati lenticolari quarzosi.

Sono visibili numerosi cristalli di granato variamente distribuiti nella roccia.

Solo polarizzatore, 26 \times .



Fig. 1

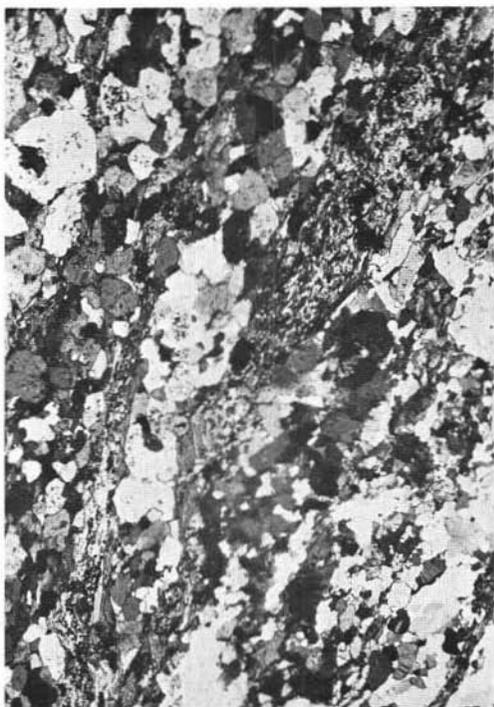


Fig. 2



Fig. 3

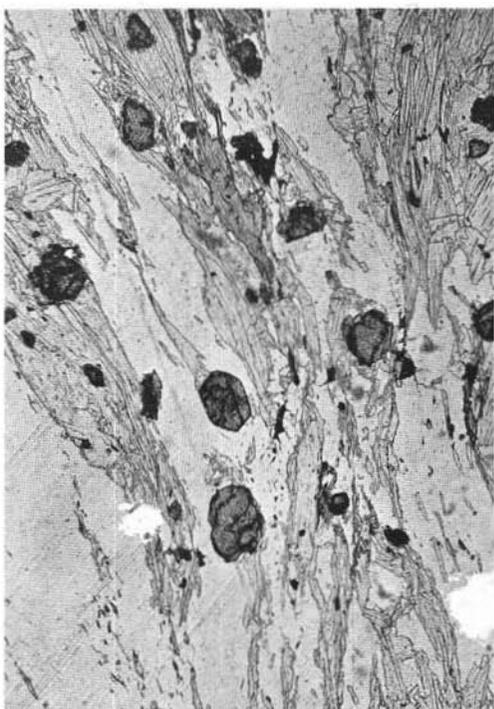


Fig. 4