

GIACOMO CEVALES

STUDIO PETROGRAFICO DEL GRUPPO DEL
BRUFFIONE NELL'ADAMELLO MERIDIONALE

(Con 1 cartina nel testo e 1 tavola)



PADOVA

SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA

1952

Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova

Volume XVII

P R E M E S S A

Nell'estate del 1950 i professori A. BIANCHI e Gb. DAL PIAZ mi affidarono l'incarico di una revisione del rilevamento geologico e di uno studio petrografico nel gruppo del M. Bruffione nel settore sud-orientale del massiccio dell'Adamello.

Nell'opera di W. SALOMON « *Die Adamellogruppe* » e nell'unita carta geologica si trovano le prime osservazioni geologiche: ivi il gruppo del Bruffione è ben definito come un lobo periferico del plutone dell'Adamello, compreso tra i terreni permotriassici. La composizione petrografica del massiccio restava però da studiare, avendola il SALOMON definita con il nome generico di tonalite.

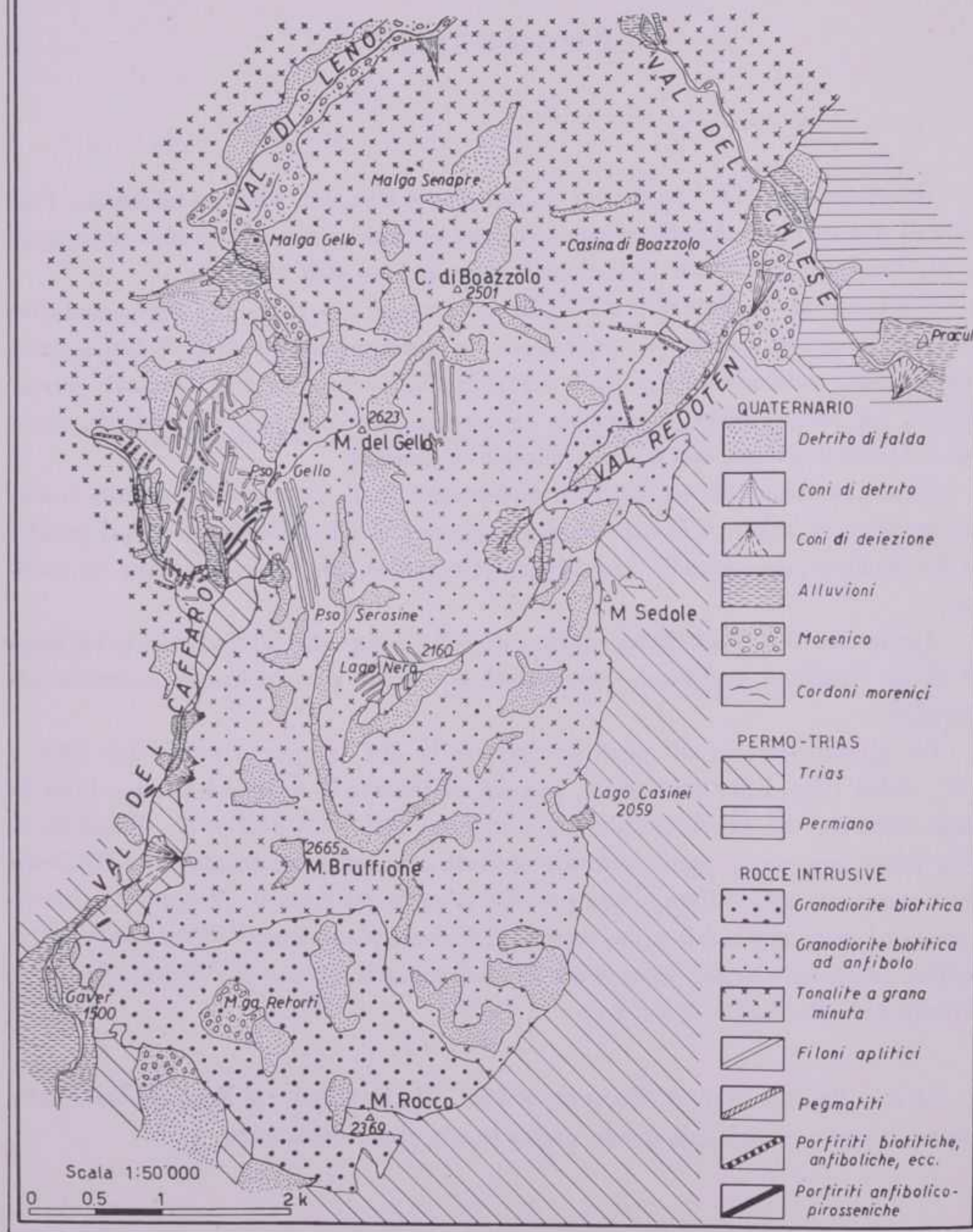
Alcune escursioni furono compiute anni or sono da A. CAVINATO, ma questo Autore non continuò nè sviluppò le ricerche di campagna e di laboratorio, cosicchè il problema del Bruffione, dal punto di vista chimico-petrografico, era rimasto ancora da risolvere.

Anche Gb. DAL PIAZ effettuò varie escursioni nella valle del Caffaro e nel gruppo del Monte Bruffione, compiendo osservazioni geologiche e raccogliendo materiale petrografico.

Per queste ricerche, alle quali ho dedicato le due campagne estive del 1950 e 1951, visitai l'alta valle del Caffaro, la valle di Daone, la valle del Leno e tutta la massa intrusiva del Bruffione: località comprese nella tavoletta « M. Bruffione ». Nella prima campagna, particolarmente dedicata al versante occidentale del Bruffione che incombe sull'alto Caffaro, mi fu preziosa la guida del Prof. R. MALARODA, assieme al quale ho compiuto le mie prime escursioni in questo ambiente dell'Adamello meridionale; lo studio chimico-petrografico fu condotto nell'Istituto di Mineralogia e Petrografia della Università di Padova.

Al mio Maestro Prof. A. BIANCHI, al Prof. Gb. DAL PIAZ e al Prof. R. MALARODA desidero rinnovare anche da queste pagine la mia viva riconoscenza.

G. CEVALES
CARTA GEOLOGICO-PETROGRAFICA DEL MONTE BRUFFIONE
(ADAMELLO MERIDIONALE)



CENNI INTRODUTTIVI - IL QUATERNARIO

Il monte Bruffione, la massa intrusiva più meridionale di tutto il massiccio dell'Adamello, è costituito da una lunga cresta estendentesi in direzione prevalente nord-sud per una lunghezza massima di circa dieci chilometri e una larghezza massima di quattro, a cavallo dei fiumi Chiese e Caffaro.

Il massiccio si salda ad ovest, a circa metà della sua lunghezza, col gruppo del Blumone-Listino per mezzo del passo del Gello, dove la formazione eruttiva viene a contatto con i calcari anisici; a sud-est per mezzo del passo di Bondolo, con le montagne comprese fra il Caffaro e le Giudicarie, formate da terreni triassici e permiani.

I profondi solchi del torrente Leno e del fiume Chiese delimitano la massa a nord. Ad est il limite della formazione eruttiva è dato da una linea che, partendo dalla località Lert in Val di Daone, risale la val Redoten per poi tagliare la cresta che separa quest'ultima valle dalla val di Nuova poco ad ovest della cima di Sedole, e scendere nella conca del lago Casinei. Dal lago, per il valico ad ovest del M. Remà il limite tra massa eruttiva e formazioni incassanti taglia la testata della val di Bondolo e sale al passo omonimo. Dall'altro versante, il limite si dirige verso la conca del Gaver, tenendosi sulla parte alta del fianco destro della val Bruffione. La valle del Caffaro fino al passo del Gello costituisce il margine occidentale.

Il modellamento glaciale è evidente in tutta la regione. Oltre all'esarazione esercitata dai grandi ghiacciai quaternari del Chiese e del Caffaro, che ha scavato le rispettive valli con netto profilo ad U, restano le azioni di modellamento esercitate nelle valli confluenti nei due solchi principali suddetti.

Le valli tributarie che si internano nel massiccio sono spesso sospese, talora modellate a truogolo, e versano il loro tributo di acque nel corso principale con alte e bellissime cascate.

Vi si notano pure esempi di circhi di valle come quello del Lago Nero.

Tutta la cresta principale offre notevoli esempi di circhi di vetta, sospesi sopra le valli, in particolare sopra il Caffaro.

I depositi morenici non sono molto cospicui, come pure poco frequenti sono i cordoni morenici di un certo rilievo; ne è stato osservato uno di una certa entità a sud della conca del Gello; sembra anche che la stessa conca sia stata riempita da materiali alluvionali perchè sbarrata da un arco morenico, a valle, dove si trova la malga omonima.

Di scarsa importanza sono pure i terreni alluvionali. A parte il colmataggio di alcuni bacini originariamente lacustri, attraverso una fase intermedia torbosa, come nella conca terminale della val di Bondolo, i depositi alluvionali sono rappresentati da

conoidi di deiezione allo sbocco delle valli e dei canali. Fascie di detrito di falda si osservano sotto le pareti e le creste, spesso a grossi elementi talora squadrati in forma pseudoromboedrica, fenomeno questo comune a tutta la regione dell'Adamello.

I bacini lacustri si limitano a quelli del lago Nero nel centro del massiccio, occupante un tipico circo di valle, e al lago Casinei presso il margine orientale della massa intrusiva, infossato in una profonda conca al termine della val di Nuova.

CARATTERISTICHE GEOLOGICO - PETROGRAFICHE

1). LE FORMAZIONI INCASSANTI.

La serie sedimentaria incassante è costituita da un complesso di terreni che va dal Permiano superiore al Trias medio-superiore.

Alla base si osserva, innanzi tutto, la formazione delle arenarie permiane, a grana minuta, compatte, dai colori grigio-verdastri. Esse affiorano in tutta la loro potenza nella bassa val di Daone e formano le pareti dei due versanti. A contatto con la massa intrusiva queste arenarie appaiono metamorfosate.

Al di sopra del Werfen inferiore, rappresentato da pochi affioramenti con facies di quarziti corrispondenti al Servino, e del Werfen superiore, dato dalla dolomia carinata, viene la formazione dell'Anisico inferiore, rappresentato dalla « facies camuna » data da calcari minuti di colore nero o grigio nero, finemente stratificati, in fitta alternanza con sottili intercalazioni argilloso-marnose. Gli affioramenti più cospicui si hanno nella valle del Caffaro, dal Gaver fino ai passi del Termine e del Gello. L'Anisico è spesso in diretto rapporto con la massa intrusiva, dando origine ad interessanti giacimenti di contatto essenzialmente costituiti da calcefiri a granato, epidoto, vesuviana, thulite, come per esempio poco sotto il passo del Gello sul versante del Caffaro.

E' interessante notare come, nella parte più meridionale del massiccio, un cuneo di considerevoli dimensioni di Anisico inferiore, si presenti, con una giacitura circa E-O, e pendenza N 60°, compreso nelle ultime propaggini della cresta di roccia eruttiva che dal M. Boja scende verso sud, formando anzi il corpo della cima del M. Rocco; è facile anche da lontano distinguere i terreni anisici fittamente pieghettati dalla compatta roccia eruttiva che li include.

Seguono i terreni ladinici. Gli strati « a retzi » affiorano in vari punti della val Caffaro: si tratta, in perfetta analogia con quanto è stato osservato da A. BIANCHI e Gb. DAL PIAZ nella parte sud-occidentale del massiccio dell'Adamello (bibl. 3), di calcari grigio-chiari o biancastri generalmente ben stratificati, con sottili intercalazioni di materiali metamorfosati di colore scuro o verdastro. Il Ladinico superiore è dato dagli strati di Wengen con facies di terreni arenacei talvolta un po' micacei di color rosso-viola scuro, con una caratteristica patina rosso ruggine. Questi materiali, oltre che nella parte alta della val Caffaro, si osservano sulla sponda orientale del lago Casinei.

Verso l'alto si trovano i calcari e le dolomie degli strati di Esino; notevoli sono gli affioramenti di queste formazioni calcareo - dolomitiche, spesso direttamente a contatto con la roccia eruttiva, come è dato a vedere soprattutto nel settore sud-orientale del

massiccio. L'azione metamorfica su questi terreni si è limitata ad una ricristallizzazione che li ha trasformati in marmi bianchi e saccaroidi. L'alone metamorfico a silicati calcio-magnesiaci è generalmente assente; però sul monte M. Sedole, lungo il canalone che scende ad ovest della cima, versante Redoten, è dato osservare, al contatto tra roccia intrusiva e marmi di Esino, una fascia di materiali fortemente silicizzati, con vistosi ed idiomorfi cristalli di anfibolo.

II). LA MASSA INTRUSIVA E LE SUE DIFFERENZIAZIONI.

Il tipo petrografico che prevale in tutto il massiccio e che si può osservare nella parte centrale della massa eruttiva (passo Serosine, lago Nero, cima Bruffione, Grapperi di Nuova, lago Casinei), è dato da una granodiorite biotitica ad anfibolo a grana generalmente minuta. Vi si notano, come minerali sialici, quarzo e feldispati in placche e granuli, e come minerali femici, mica biotitica e anfibolo, quest'ultimo in quantità un po' variabile ma sempre subordinato alla biotite. I minerali chiari, anche macroscopicamente, appaiono però nettamente prevalenti su quelli colorati.

Verso la parte meridionale della massa (Gaver, malga Retorti, M. Boja, passo di Bondolo), con la scomparsa o quasi dell'anfibolo — la sua presenza si può considerare del tutto sporadica — con la diminuita quantità della biotite e la netta prevalenza dei minerali incolori, si passa alla formazione della granodiorite biotitica.

La stessa facies soltanto biotitica la si ritrova in due masse di estensione relativamente modesta, in val Redoten e sul fianco ovest del M. del Gello, nettamente distinguibili dal resto della massa per il loro aspetto francamente acido. Una caratteristica di queste masse è la notevole ricchezza di quarzo e la scarsa presenza di biotite in piccole lamelle.

Procedendo verso il nord, per la sempre più marcata ed abbondante presenza della biotite e dell'anfibolo, quest'ultimo di solito nettamente prevalente sulla biotite, e l'impovertimento indiretto di minerali sialici, si passa, senza soluzione di continuità, alla tonalite acida a grana minuta (Casina di Boazzolo, malga Gello). Questa roccia rientra, per i suoi caratteri, nella vasta formazione delle tonaliti a grana minuta della valle di Daone « tipo M. Re di Castello » già descritte da altri Autori.

Passiamo ora a dare un cenno delle principali facies dei filoni.

Nella massa si trovano solo filoni differenziati in senso acido. Dei due tipi principali uno è dato da apliti quarzoso feldispatiche, sviluppate soprattutto nel versante occidentale del M. del Gello, notevoli per la loro lunghezza e potenti 3-30 cm. in serie parallele di tre o più filoni, con andamento all'incirca nord-sud. La grana è piuttosto minuta: anche macroscopicamente si notano quarzo e feldispati in minuti granuli. Facies molto simili a quella ora descritta si ritrovano presso il lago di Casinei e nella conca del lago Nero: in quest'ultima località si trovano altresì apliti costituite da una massa fondamentale minutissima, selciosa, in cui sono immersi rari granuli di quarzo e di ortoclasio. Nella zona del lago Nero si osservano i più vistosi fenomeni filoniani di tutto il massiccio del Bruffione.

Il secondo tipo di filoni acidi è dato da pegmatiti ortoclasiche, di potenza variabile da 2 a 20 cm., talora costituite da colossali individui di ortoclasio roseo intimamente aggregato con il quarzo sotto forma di associazioni pegmatitiche o micropegmatitiche. Lamine, spesso notevoli, di biotite talora si associano alla grana vistosa di questi interessanti filoni. Ne ho notati di notevoli lungo il canalone che scende dalla quota 1923 verso la val Redoten; in minute venuzze, si osservano anche lungo il sentiero sotto malga Serosine e sul fianco ovest del M. del Gello.

Nel nostro massiccio intrusivo mancano i filoni differenziati in senso basico.

Più vasta e complessa si presenta la serie filoniana nella copertura incassante dell'alto Caffaro.

Come tipi acidi si osservano facies in gran parte perfettamente identiche a quelle notate nella massa intrusiva, come le apliti quarzoso-feldispatiche e le pegmatiti ad ortose e biotite, talora con vistose lamine di muscovite.

I tipi filoniani basici, pur nella loro vasta gamma, si possono ricondurre essenzialmente a tre; ho osservato porfiriti orneblendiche, con un anfibolo aciculare evidente anche macroscopicamente, porfiriti biotitico-anfibolico-pirosseniche e porfiriti anfibolico-pirosseniche.

Di tutti questi filoni basici ho preso in considerazione, per il mio studio, soltanto questi ultimi, perchè più degli altri sembrano direttamente legati alla massa del Bruffione: infatti dal fianco sinistro del ripiano del casinello di Blumone, si sviluppano con andamento circa sud-ovest nord-est e penetrano nella massa stessa poco sotto il passo del Gello, in tutta prossimità di un giacimento di contatto già ricordato.

STUDIO CHIMICO-PETROGRAFICO DELLE FACIES FONDAMENTALI GRANODIORITI BIOTITICHE DEL VERSANTE MERIDIONALE DEL BRUFFIONE

Rappresentano la facies tipica della parte meridionale del massiccio.

I campioni prelevati per lo studio provengono:

- 1) *dalla cava presso la centrale elettrica del Gaver,*
- 2) *dal sentiero a sud della conca di malga Retorti,*
- 3) *dalla valletta a nord-est di malga Casaole.*

L'analogia dei caratteri petrografici, rilevata già sul terreno e confermata dall'esame delle sezioni sottili, giustifica e rende logica una descrizione unica. Le differenze osservate si riducono essenzialmente a lievi variazioni locali nei rapporti tra le quantità dei tre componenti principali che sono, in ordine di importanza, il plagioclasio, il quarzo e l'ortoclasio.

Il componente femico quasi esclusivo è la biotite, mentre l'anfibolo è raro e ridotto a pochi individui sporadici.

L'esame microscopico ha dato i seguenti risultati: la struttura è olocristallina granulare, con leggera tendenza al tipo porfiroide, dovuto allo sviluppo più vistoso con abito idiomorfo di alcuni individui plagioclasici. In generale la grana è media e abbastanza uniforme.

I componenti essenziali sono: plagioclasio, quarzo, ortoclasio, biotite. Plagioclasio e quarzo sono in quantità quasi equivalente e, da soli, costituiscono i $3/4$ della roccia. In generale, però, il plagioclasio sembra prevalere; è in granuli di media grossezza, più o meno idiomorfi rispetto agli altri minerali sialici.

Il plagioclasio presenta una marcata zonatura; è geminato, di regola secondo la legge « albite », ma spesso anche secondo le leggi « albite-Carlsbad » e « albite periclino ». Sono state compiute varie osservazioni dell'angolo massimo di estinzione in zona simmetrica su geminati dei vari tipi.

La determinazione dei plagioclasii fu condotta con metodi vari: misura degli angoli di estinzione sui geminati doppi « albite-Carlsbad »; misura dei massimi di estinzione in zona simmetrica sui geminati « albite »; esame delle orientazioni ottiche al tavolino universale, coi metodi di REINHARD e di CHUDOVA.

Dalle osservazioni compiute, che riporto qui in nota ⁽¹⁾, si conclude:

che la composizione media dei plagioclasii a grana normale non molto zonati è di tipo andesinico e varia tra il 36 e il 44 % An; che nei cristalli marcatamente zonati si raggiungono composizioni di andesina labradoritica al 45-50 % An verso il nucleo e di andesina-oligoclasica con 28 % An circa, al bordo; che nei cristalli maggiori si rileva una composizione media lievemente più ricca in calcio di quella dei granuli medi o piccoli.

L'idiomorfismo dei plagioclasii rispetto al quarzo, ma anche rispetto all'ortoclasio, è evidente. Anzi, cosa che più o meno è comune a tutti i campioni studiati, si nota una tendenza da parte dell'ortose a dare luogo a fenomeni di riassorbimento della periferia dell'individuo plagioclasico.

Tale fenomeno fu recentemente osservato e particolarmente illustrato da G. OGNI-BEN (bibl. 17) nella granodiorite del M. Sabion ed in quella del Sostino, cioè al margine orientale del massiccio dell'Adamello nella val Rendena. Viene quindi confermato questo motivo strutturale caratteristico anche nella granodiorite del M. Bruffione.

L'alterazione sericitica e caolinica del plagioclasio è abbastanza frequente. Si nota a questo proposito che talora la parte centrale di uno stesso individuo è nettamente idiomorfa e molto alterata, presumibilmente per autometamorfismo, e contornata da un bordo di accrescimento più sodico inalterato. Talvolta invece è caratteristica una netta separazione tra il nucleo e la periferia, separazione che è segnata da un sottile anello di prodotti di alterazione. Queste osservazioni indicano un lasso di tempo tra la formazione della parte centrale e quella della parte periferica dell'individuo.

Nettamente allotriomorfo rispetto al plagioclasio ma con un certo grado di idiomorfismo rispetto all'ortose, il quarzo si presenta in granuli di varia grossezza o in plaghe più o meno vaste. E' sempre in quantità notevole, di poco inferiore a quella

⁽¹⁾ 1) Osservazioni su geminati semplici albite; massimi di estinzione in zona simmetrica: a) geminato molto zonato: centro $27^\circ = 50\%$ An, periferia $10^\circ = 28\%$ An; b) geminato con lieve zonatura solo al bordo: $24^\circ = 44\%$ An.

2) Osservazioni su geminati doppi albite-Carlsbad: estinzioni: a) cristallo zonato: nucleo I = 12° ; II = 24° : 45 % An; periferia I = 6° , II = 9° : 28 % An; b) cristallo poco zonato: I = 6° , II = 20° : 36 % An.

3) Osservazioni al T. U. col metodo di CHUDOVA: a) grande geminato albite poco zonato: $23^\circ = 42\%$ An.; b) geminato albite più piccolo sempre poco zonato: $21^\circ = 38\%$ An.

4) Osservazioni al T. U. col metodo di REINHARD: a) grosso geminato albite poco zonato: 48-50 % An; b) geminato albite più piccolo poco zonato 38 % An.

del feldispato sodico-calcico. Talvolta è un po' cataclastico, presentando estinzione ondulata. In certi granuli si notano fratture irregolari, ricementate dalla stessa sostanza silicea.

Terzo tra i minerali sialici fondamentali, in quantità subordinata rispetto ai due precedenti, viene l'ortoclasio.

E' sempre allotriomorfo, per lo più in plaghe irregolari includenti individui di quarzo e di plagioclasio, con i fenomeni di parziale riassorbimento periferico già ricordati. Si rinvencono solo tracce di associazioni micropertitiche.

Tra i componenti femici notiamo anzitutto la biotite, sia in pacchetti sia in caratteristiche lamelle esagonali, sempre ben idiomorfa, dai comuni colori di pleocroismo a toni gialli e bruni. Talvolta essa è cloritizzata, presentando belle figure di compenetrazione « a fiamme ». In qualche lamella, assieme alla clorite, come prodotto di alterazione, si trovano granuli di epidoto.

Solo qua e là si trovano tracce di anfibolo con caratteri tipici di orneblenda verde.

Tra i minerali accessori notiamo: la magnetite, in bei granuli idiomorfi e in nidi microgranulari; l'epidoto in granuli irregolari talora accompagnato da ortite, tipica per l'intenso pleocroismo dal giallo al bruno; l'apatite in individui prismatici idiomorfi; la titanite in granuli talora abbastanza grossi; qualche raro granuletto di zircone, incluso nella biotite, e qualche laminetta di muscovite.

Come prodotto di origine secondaria, troviamo: epidoto e clorite, provenienti essenzialmente dall'alterazione della biotite; sericite, caolino e talora, intimamente associata a quest'ultimo, zoisite, dall'alterazione dei feldispati.

La composizione mineralogica volumetrica quantitativa dedotta dall'analisi microscopica di tre diversi campioni è la seguente:

	1) <i>cava del Gaver</i> 2) <i>malga Retorti</i> 3) <i>malga Casaole</i>			
	1	2	3	media
quarzo	36.2	34.4	33.4	34.7
plagioclasio (36-44 % An medio)	41.7	43.4	41.1	42.1
ortoclasio	12.5	12.6	13.9	13
biotite	8.5	7.8	9.3	8.5
accessori (magnetite, orneblenda, epidoto, apatite)	1.1	1.8	2.3	1.7
	100.0	100.0	100.0	100.0

L'analisi chimica della facies di malga Retorti ha dato i seguenti risultati:

SiO ₂	68.04 %	MgO	1.27 %
TiO ₂	0.55	CaO	3.44
P ₂ O ₅	0.12	Na ₂ O	3.72
Al ₂ O ₃	15.69	K ₂ O	3.02
Fe ₂ O ₃	1.54	H ₂ O ⁻	0.10
FeO	1.56	H ₂ O ⁺	0.52
MnO	0.05		99.68

In base a questi dati sono state calcolate le formule per la rappresentazione di NIGGLI:

si	al	fm	c	ale	k	mg	ti	p	c/fm
313.8	42.6	17.5	17.0	22.9	0.39	0.34	0.019	0.002	0.972

Il tipo magmatico di NIGGLI al quale si accosta questa facies del Bruffione è il « farsunditico » del gruppo granodioritico:

granodiorite biotitica	313.8	42.6	17.5	17	22.9	0.39	0.34
tipo « farsunditico »	300	42	20	15	23	0.25	0.34

Base			Norma			Variante	
Q	51.7	L = 41.3	Or	18.1		Or	14.1
Kp	10.9		Ab	34.0		Ab	34
Ne	20.4		An	16.6		An	16.6
Cal	10.0		Cord	0.9		Cord	0.9
Sp	0.5		En	3.2		Bi	6.5
Fs	1.7	M = 7.0	Hy	1.5		Ru	0.3
Fo	2.4		Ru	0.3		Cp	0.2
Fa	1.9		Cp	0.2		Mt	1.7
Cp	0.2		Mt	1.7		Q	25.9
Ru	0.3		Q	23.5			
				100.0			100.0

$$\mu = 0.36 \quad \gamma = 0.36 \quad \pi = 0.24 \quad \alpha = 10.35$$

GRANODIORITI BIOTITICHE DI VAL REDOTEN E M. DEL GELLO

Sotto tale denominazione vennero considerate due masse di estensione relativamente modesta localizzate, come abbiamo notato nella parte introduttiva, in piena massa intrusiva; l'una, la più cospicua, in val Redoten, della quale costituisce il fondo e la parte bassa delle pareti che la chiudono; l'altra formante la parete nord-ovest del M. del Gello e il pendio che da essa scende fino alla conca a nord del passo omonimo.

Anche sul terreno, quando la roccia non si presenti mascherata dalla solita patina di alterazione, questa facies è facilmente distinguibile e caratteristica. Il colore è assai chiaro.

Lo studio che abbiamo intrapreso è stato eseguito su campioni prelevati in val Redoten, lungo il sentiero che sale alla malga Serosine e lungo il canalone che scende dal dente di q. 1923.

Al microscopio si può osservare una grana variante da punto a punto dal tipo medio fino a quello medio-minuto.

La struttura è granulare, prevalentemente olocristallina con leggera tendenza al tipo porfiroide per la presenza di alcuni cristalli di plagioclasio con abito idiomorfo a sviluppo più vistoso.

I componenti principali nettamente prevalenti sono i minerali sialici: quarzo, plagioclasio, ortoclasio, i minerali femici essendo rappresentati per la quasi totalità dalla sola biotite.

Una caratteristica di questa massa è la notevole variabilità, da punto a punto, nei rapporti tra le quantità dei tre minerali sialici.

Alcuni campioni sono caratterizzati da una notevole ricchezza in quarzo (all'incirca la metà della roccia) (con il plagioclasio presente in quantità assai inferiore ad esso) e da un tenore in ortoclasio che non raggiunge il valore del 5 %.

In un altro punto è il plagioclasio che prevale nettamente sul quarzo mentre l'ortoclasio si mantiene ancora molto scarso. Altrove ancora il tenore dell'ortoclasio sale a valori notevolmente alti a tutto scapito del plagioclasio.

Per stabilire meglio questi limiti di variazione dei componenti essenziali ho determinate le composizioni mineralogiche di quattro campioni come risulta dal prospetto aggiunto in fondo alla descrizione di questa facies.

Il quarzo si presenta raggruppato in vaste plaghe e in granuli più minuti, sempre nettamente allotriomorfo e irregolarmente fratturato; qualche volta è un pò cataclastico con estinzione ondulata.

Il plagioclasio in individui ora grossi ora più minuti, spesso nettamente zonati, è generalmente geminato secondo le leggi « albite », « albite-Carlsbad », « albite-periclino ».

Qui in nota ⁽¹⁾ riporto varie determinazioni eseguite sugli stessi sia al tavolino normale che al tavolino universale. Dai valori ottenuti risulta che la composizione media di questi plagioclasii è andesinica al 40 % An.

L'ortoclasio come abbiamo visto è presente in quantità molto variabile. Generalmente questo minerale appare molto fresco. Lo si osserva in granuli e qualche volta in plaghe allotriomorfe.

Il principale minerale femico è la biotite, sempre però subordinata rispetto ai minerali sialici: presenta un pleocroismo dai comuni colori gialli e bruni. Generalmente è molto fresca; qua e là però si notano delle zone cloritizzate. Associata alla biotite compare talvolta la muscovite anche se in quantità nettamente subordinata ad essa. Non è raro trovare, qua e là nella roccia, qualche raro cristallo di anfibolo con caratteri tipici di orneblenda verde.

Come accessori vanno ricordati la magnetite e l'apatite in discreta quantità. Più rari sono la clinozoisite e l'ortite. Poca sericite e saussurite accompagnano, come prodotti di alterazione, i plagioclasii.

⁽¹⁾ 1) Osservazioni su geminato doppio albite-Carlsbad poco zonato: I = 10°, II = 22°; 42 % An; b) su un geminato semplice albite poco zonato: massimo di estinzione in zona simmetrica 22° = 40 % An.

2) Osservazioni al T. U. col metodo di CHUDOVA: geminato albite: a) 22° = 40 % An; b) 20° = 37 % An.

3) Osservazioni al T. U. col metodo di REINHARD: a) geminato albite poco zonato: 38 % An; altro geminato albite 36-37 % An.

La composizione mineralogica volumetrica quantitativa eseguita su campioni di quattro punti diversi della massa è la seguente:

1) e 3) sotto malga Serosine

2) e 4) nel canalone che scende da quota 1923

	1	2	3	4	media
quarzo	46.9	37.2	36.2	28	37.2
plagioclasio (40% An.)	34.8	29.4	45.6	48.7	39.6
ortoclasio	4.9	24	8.1	12.3	12.3
biotite (con poca muscovite)	10.8	8.4	8.2	8.2	8.9
accessori (orneblenda, magnetite, apatite, epidoti...)	2.6	1	1.9	2.8	2
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

I valori medi, confrontati con quelli ottenuti dalle analisi mineralogiche della granodiorite che predomina sul versante meridionale, indicano una stretta analogia di facies petrografica.

Ho ritenuto superfluo quindi sottoporre ad analisi chimica anche questi campioni di Monte del Gello e di Val Redoten che possiamo considerare appartenenti allo stesso tipo magmatico già definito per la granodiorite biotitica del versante meridionale.

GRANODIORITI BIOTITICHE AD ANFIBOLO DEL BRUFFIONE

Il tipo petrografico che qui descriveremo costituisce la parte centrale e la più vasta dell'intero massiccio, formando, oltre alla cima vera e propria del Bruffione, il settore dei Grapperi di Nuova e la sponda ovest del lago Casinei, tutto il bacino del lago Nero e tutta la zona passo Serosine, cima del Gello (escluso il suo fianco nord-ovest), malga Serosine, fino a sud della cima di Boazzolo.

Le osservazioni compiute in due anni di campagna e i risultati delle ricerche di laboratorio mi hanno portato a definire questa roccia come una granodiorite biotitica ad anfibolo.

Dei componenti femici la biotite resta ancora prevalente sull'orneblenda che tuttavia già compare in quantità apprezzabile all'esame macroscopico sulla vetta del Bruffione e nella zona dei laghi Nero e di Casinei e tende a crescere verso Nord dove si passa da questa facies granodioritica a quella tonalitica.

Per lo studio ho scelto campioni raccolti in vari punti della massa: fianco sud-ovest del Monte del Gello, a metà circa tra il passo omonimo e il passo Serosine; malga Serosine; parete ovest della quota 2332, a sud-est della conca del Gello; lago Nero; lago Casinei.

La descrizione che segue sarà un compendio dello studio eseguito su questi campioni vari, poichè in essi non mutano i caratteri fondamentali e cioè: la prevalenza per quantità e per sviluppo generalmente più vistoso del plagioclasio; il suo tipo di miscela; la tendenza da parte dell'ortoclasio a formare vaste plaghe inglobanti piccoli individui di plagioclasio, talora con un principio di riassorbimento di essi; un po' variabili entro limiti non molto ampi i rapporti quantitativi fra i componenti essenziali come è dimostrato dalle analisi mineralogiche riportate.

L'esame microscopico ha dato i seguenti risultati: struttura olocristallina, da granulare media o medio-minuta a leggermente porfiroide per la presenza di vistosi individui di plagioclasio o di qualche bel cristallo di anfibolo. I minerali prevalenti, nell'ordine, sono: per quelli sialici, il plagioclasio, il quarzo, l'ortoclasio; per i femici, la biotite e l'anfibolo. Su tutti prevale il plagioclasio, leggermente zonato, in bei geminati « albite-Carlsbad », pur non mancando le geminazioni secondo le due leggi « albite » e « albite-periclino », talvolta associate con la prima. E' notevole il suo idiomorfismo, oltre che rispetto agli altri minerali sialici, talora anche rispetto alla biotite e all'anfibolo.

La determinazione dell'angolo di estinzione fatta su un geminato « albite-Carlsbad » ha dato i seguenti valori:

$$I = 10^{\circ} \qquad II = 23^{\circ} \qquad 41 \% \text{ An.}$$

Su vari geminati « albite » si è trovato un angolo massimo di estinzione simmetrica di 22° che porta ad una miscela andesinica con un 40 % An.

Accanto ad individui molto freschi, non mancano individui con il nucleo alterato in prodotti sericitici e caolinici nettamente distinto dalla periferia inalterata. Il fenomeno presumibilmente può essere dovuto ad autometamorfismo.

Subordinatamente al plagioclasio vengono il quarzo e l'ortose, in quantità leggermente superiore al primo. Essi si distribuiscono in plaghe allotriomorfe o in granuli più minuti. Il quarzo si presenta cataclastico, qualche volta con estinzione ondulata. Spesso vaste plaghe di ortose inglobano piccoli cristalli di plagioclasio, presentando una certa tendenza, nei riguardi di quest'ultimo, a fenomeni di riassorbimento.

Tra i minerali femici, biotite ed anfibolo si accompagnano in quantità pressochè uguale.

La biotite si presenta in pacchetti e lamelle dal solito pleocroismo a toni gialli e bruni; normalmente è fresca, ma non è raro osservare interi pacchetti parzialmente trasformati in clorite con intercalazioni di epidoto secondario e scarsi residui del minerale originario.

L'anfibolo appare in cristalli prismatici un po' allungati, dai colori di pleocroismo:

$$\alpha \text{ (giallo)} < \gamma \text{ (verde)} \leq \beta \text{ (verde intenso)}.$$

L'angolo di estinzione c: γ si aggira sui 18° : i caratteri sono quelli tipici dell'orneblenda verde. Abbastanza comuni sono individui di anfibolo inglobanti piccoli cristalli di plagioclasio. Non manca una leggera alterazione dell'anfibolo in epidoto.

Come accessori ho notato una discreta quantità di magnetite, in bei granuli idiomorfi, apatite in prismetti e in granuli, poca titanite e qualche granulo di pistacite e clinozoisite.

Come prodotti di origine secondaria si trovano: caolino, sericite e clinozoisite provenienti dall'alterazione dei plagioclasti; clorite dalla biotite; epidoto dall'orneblenda.

L'analisi mineralogica su vari campioni ha dato i risultati seguenti:

- 1) lago Casinei
- 2) lago Nero
- 3) a sud-ovest del M. del Gello
- 4) a nord-ovest del M. del Gello

	1	2	3	4	media
quarzo	25.1	34.1	31.7	21.8	28.2
plagioclasio (40 % An.)	42.5	42.2	40.7	42.6	42
ortoclasio	9	10.1	10.7	8.6	9.6
biotite	16.2	7	10	10.4	10.9
anfibolo	5.6	4.7	5.6	13.8	7.4
accessori	1.6	1.9	1.3	2.8	1.9
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

I risultati dell'analisi chimica per la facies del lago Nero sono i seguenti:

SiO ₂	63.10 %	MgO	2.63 %
P ₂ O ₅	0.26	CaO	5.32
TiO ₂	0.34	Na ₂ O	4.65
Al ₂ O ₃	16.68	K ₂ O	2.58
Fe ₂ O ₃	0.67	H ₂ O	0.62
FeO	2.68		
MnO	—		99.87 %

I coefficienti NIGGLI calcolati in base a questi risultati sono i seguenti:

si	al	fm	c	alc	k	mg
226.1	35.3	22.6	20.5	21.6	0.27	0.56

Il tipo magmatico di NIGGLI che più si accosta a questa facies è il «leucopeléeitico» sempre del gruppo granodioritico

	si	al	fm	c	alc	k	mg
granodiorite biotitica ad anfibolo	226.1	35.3	22.6	20.5	21.6	0.27	0.56
tipo «leucopeléeitico»	200	38	21	24	17	0.2	0.4

Base			Norma			Variante	
Q	43.6		Or	15.3		Or	9.9
Kp	9.2	L = 44.50	Ab	41.8		Ab	38.7
Ne	25.1		An	17.2		An	15.6
Cal	10.3		Wo	3.2		Bi	10.0
Cs	2.4		En	6.5		Ho	7.1
Fs	0.7	M = 11.80	Hy	3.6		Mt	0.2
Fo	4.9		Ru	0.2		Cs	1.5
Fa	3.1		Cp	0.5		Ru	0.2
Ru	0.2		Mt	0.7		Cp	0.5
Cp	0.5		Q	11.0		Q	16.3
	100.0			100.0			100.0

$\mu = 0.44$ $\gamma = 0.21$ $\pi = 0.23$ $\alpha = 3.54$

TONALITI DEL BOAZZOLO A GRANA MINUTA.

Si tratta di una tonalite biotitico-anfibolica di aspetto assai chiaro e con grana assai minuta, in cui si fanno notare, anche macroscopicamente, grossi granuli di quarzo e un anfibolo ad abito prismatico allungato, quantitativamente superiore alla biotite.

Essa costituisce essenzialmente la parte più settentrionale del nostro massiccio, collegandosi alla vasta formazione delle tonaliti a grana media della Val di Daone distinta da Gb. TRENER e da D. COLBERTALDO con la denominazione di tonalite « tipo Re di Castello ».

Il limite sud, verso la granodiorite biotitico-anfibolica, è dato, all'incirca, da una linea diretta est-ovest, dalla bassa Val Redoten alla cima di Boazzolo e alla conca del Gello.

Occorre tuttavia notare che questo limite, indicato sulla cartina geologica qui annessa, appare sul terreno come una zona di transizione più o meno larga tra le due facies, la granodioritica e la tonalitica, con caratteri di graduale passaggio dall'una all'altra.

Tale limite, come appare nella carta da me rilevata risulta spostato di quasi un chilometro verso sud rispetto a quello segnato nel foglio « Riva » della « Carta geologica delle Tre Venezie ». Infatti lo studio chimico-petrografico della facies tonalitica, del quale qui riportiamo i risultati, è stato eseguito su campioni prelevati dal circo della casina di Boazzolo, dove la roccia fondamentale viene indicata ancora come una granodiorite nella suddetta carta geologica al 100.000 (bibl. 8).

La roccia presenta una struttura olocristallina caratterizzata da un netto idiomorfismo dei plagioclasti e dei componenti femici nei riguardi del quarzo e dell'ortoclasio, cosicchè si notano qua o là larghe plaghe di quest'ultimo minerale che includono gli altri elementi mineralogici. Si ritrovano, come abbiamo già osservato nella granodiorite, piccoli cristalli di plagioclasio parzialmente riassorbiti e immersi nelle plaghe ortoclastiche.

Il minerale prevalente dal punto di vista quantitativo è il plagioclasio, spesso zonato e geminato secondo le leggi « albite », « albite-Carlsbad », e « albite-periclino ». Ha composizione andesinico-labradoritica, con valori medi 40-45 % An e limiti estremi 30 % alla periferia e 50 % al nucleo come appare dai valori riportati in nota ⁽¹⁾.

In generale il minerale si presenta molto fresco, ma non sono assenti sia l'alterazione caolinica che quella sericitica e saussuritica, soprattutto al nucleo degli individui.

In quantità inferiore al plagioclasio sono presenti sia il quarzo che l'ortose, come abbiamo già accennato entrambi nettamente allotriomorfi, disposti in plaghe o in granuli.

Fra i componenti femici il primo posto spetta all'anfibolo, che appare normalmente in piccoli individui prismatici; talora lo sviluppo di alcuni cristalli è più vistoso.

Ha un pleocroismo molto marcato:

$$\alpha \text{ (giallo)}, \quad \gamma \text{ (verde intenso)}, \quad \beta \text{ (verde scuro)}, \text{ con assorbimento}$$

$$\alpha < \gamma \leq \beta$$

L'angolo di estinzione $c: \gamma$ è prossimo ai 18°-19°. I caratteri sono dunque quelli tipici dell'orneblenda verde. La biotite è molto frequente, con un pleocroismo molto intenso dai colori giallo e marron scuro.

Sono caratteristiche le associazioni parallele di lamelline di biotite e clorite, oppure tipiche compenetrazioni « a fiamme » tra i due minerali. Non manca la presenza anche di epidoto fra i prodotti di trasformazione dell'orneblenda.

Come accessori notiamo bei granuli idiomorfi di magnetite, spesso raggruppati in nidi o a sciame; titanite in aggregati granulari e ortite in pochi individui che risaltano per il forte pleocroismo a tinta marron chiaro e scuro.

Le percentuali dei diversi componenti risultano dall'unito quadro delle composizioni mineralogiche quantitative dedotte con analisi volumetrica:

	1) casina di Boazzolo			
	2) vallone a sud della quota 2107			
	3) malga Senapre			
	1	2	3	media
quarzo	25.8	24.8	23.7	24.8
plagioclasio (48 % An.)	43.9	48	45.6	45.8
ortoclasio	5.1	8.9	10.7	8.2
anfibolo	14.2	9.8	13.2	12.4
biotite	9.5	7.1	4.2	6.9
accessori	1.5	1.4	2.6	1.9
	100.0	100.0	100.0	100.0

⁽¹⁾ 1) Osservazioni su geminati semplici albite: massimi di estinzione in zona simmetrica: geminato molto zonato: nucleo 29° = 50 % An, periferia 20° = 38 % An.

2) Osservazioni su geminati doppi albite-Carlsbad: estinzioni: cristallo poco zonato I = 13°, II = 37°: 49 % An.

3) Osservazioni al T. U. col metodo di CHUDOB: a) geminato albite molto zonato: nucleo 53 % An, periferia 28 % An; b) geminato albite zonato: nucleo 44-45 % An, periferia 28 % An.

4) Osservazioni al T. U. col metodo di REINHARD: a) geminato albite poco zonato: 49 % An; b) geminato albite molto zonato: nucleo 50 % An, periferia 30 % An.

L'analisi chimica ha dato i seguenti risultati:

SiO ₂	61.46 %	CaO	7.04 %
TiO ₂	0.53	Na ₂ O	3.55
P ₂ O ₅	0.24	K ₂ O	1.78
Al ₂ O ₃	16.63	H ₂ O ⁻	0.04
Fe ₂ O ₃	2.14	H ₂ O ⁺	0.68
FeO	2.97		
MgO	2.82		100.31
MnO	0.10		

La formula NIGGLI, calcolata in base a questi dati è la seguente:

si	al	fm	c	alc	k	mg	p	c/fm
197.1	28.9	32.2	24.3	14.6	0.24	0.41	0.003	0.75

La composizione di questa roccia, nel quadro delle classificazioni di NIGGLI, conduce al gruppo delle « dioriti quarzifere », accostandola ai tipi magmatici definiti come tonalitici e peleeitici:

	si	al	fm	c	alc	k	mg
tonalite di Boazzolo	197	28.9	32.2	24.3	14.6	0.24	0.41
tipo « peleeitico »	180	33	32	23	12	0.2	0.4
tipo « tonalitico »	180	33	33	22	12	0.4	0.4

Base			Norma			Variante	
Q	44.1	L = 40.4	Or	10.5		Or	5.8
Kp	6.3		Ab	32.4		Ab	29.8
Ne	19.4		An	24.5		An	21.9
Cal	14.7		Wo	3.7		Ho	12.3
Cs	2.8	M = 15.5	En	7.9		Bi	6.7
Fs	2.3		Hy	3.2		Cs	1.4
Fo	5.9		Mt	2.3		Cp	0.5
Fa	3.6		Cp	0.5		Ru	0.2
Cp	0.5		Ru	0.4		Mt	1.8
Ru	0.4		Q	14.6		Q	19.6
	100.0			100.0			100.0

$$p = 0.4 \quad \gamma = 0.19 \quad \pi = 0.36 \quad \alpha = 3.32$$

LE DIFFERENZIAZIONI FILONIANE

Varia e complessa è la serie filoniana che si osserva nella nostra zona, considerando, a questo riguardo, sia la massa intrusiva che la copertura incassante della val Caffaro: si va da tipi molto acidi come apliti e pegmatiti quarzoso-ortoclasiche a tipi nettamente differenziati in senso basico.

Ma mentre le differenziazioni filoniane del massiccio intrusivo, come abbiamo brevemente accennato nella parte introduttiva sono esclusivamente acide, nelle formazioni sedimentarie dell'alto Caffaro si può osservare, in una zona relativamente ristretta compresa tra i gruppi del M. Bruffione e del Cornone di Blumone, un fitto intreccio di filoni, variamente differenziati da termini ultrasialici ad ultrafemici, che richiama motivi già noti in altre zone vicine del settore meridionale dell'Adamello, come per es. in alta val Fredda e in alta val Cadino. (bibl. 3).

I tipi prevalenti che ho avuto il modo di osservare, oltre a varie apliti minute e apliti pegmatitiche, sono dati da termini poco differenziati come porfiriti orneblendico-plagioclasiche e da tipi nettamente differenziati in senso basico come porfiriti anfibolico-piroseniche, kersantiti anfibolico-biotitiche, porfiriti biotitico-orneblendico-augitiche.

Riservandomi di riprendere in un prossimo lavoro lo studio chimico-petrografico di questi filoni basici, credo opportuno considerare nella presente memoria quel sistema di porfiriti anfibolico-piroseniche che più degli altri appare direttamente legato alla massa del M. Bruffione: questi filoni basici partono infatti dal fianco sinistro del ripiano alluvionale del casinello di Blumone e, sviluppandosi con varia potenza da 10 a 30 cm., con andamento all'incirca SO-NE, penetrano nella massa granodioritica poco sotto il passo del Gello, sul versante del Caffaro, nelle immediate vicinanze di un giacimento di contatto.

Per il mio studio ho preso in considerazione le seguenti facies di filoni:

apliti quarzoso-feldispatiche comprese nella massa intrusiva;
pegmatiti ortoclasiche incluse anch'esse nelle parti periferiche della massa;
porfiriti anfibolico-piroseniche al margine occidentale della massa e nei terreni anisici incassanti.

APLITI QUARZOSO-FELDISPATICHE

E' il tipo che più frequentemente si osserva in seno alla massa, in filoni lunghi anche parecchie centinaia di metri e potenti da pochi cm a 30 cm e più. Le località più ricche sono quelle ad est e a sud-ovest del monte del Gello (tra il passo omonimo e il passo Serosine) e la conca del lago Nero. Si tratta di fasci di filoni subparalleli, accompagnati da sciami di sottili venuzze che li intersecano in varie direzioni.

Per il maggiore contenuto in quarzo nei riguardi della granodiorite incassante, questi filoni e queste vene apliche, per la loro maggiore resistenza alla degradazione

meteorica, risultano spesso sporgenti dalla superficie della roccia incassante, impartendole un aspetto rugoso.

La struttura è olocristallina a grana molto minuta. La roccia è quasi esclusivamente costituita da un aggregato fondamentale di quarzo e ortoclasio in quantità pressochè uguali e all'incirca isodiametrici. Solo alcuni individui di ortoclasio, con un abito tozzo a tendenza prismatica offrono un certo idiomorfismo.

Il quarzo, talvolta, è un po' cataclastico. In quantità subordinata rispetto a questi due minerali prevalenti, si notano pochi cristalli di plagioclasio, anch'essi molto piccoli ma più distintamente idiomorfi.

Sono geminati di tipo albite e albite-Carlsbad. In base alle seguenti misure:

geminato albite-Carlsbad	I = 3°	II = 7°	25 % An
geminato albite semplice	7°		25 % An

si deduce trattarsi di miscele di composizione oligoclasica al 25 % An circa. Ortoclasio e plagioclasio molto spesso si presentano alterati in prodotti caolinico-sericitici.

Del tutto accessoria compare la biotite, parzialmente alterata in clorite; ho notata qualche rara lamella di muscovite. In alcune di queste apliti ho osservato anche qualche granulo, perfettamente idiomorfo, di granato; in altre tra gli accessori si trovano anche titanite in granuli idiomorfi con abito sfenoidale, apatite, magnetite e pochi, minuti granuli di pistacite e clinozoisite.

L'analisi chimica di un campione tipico di queste apliti filoniane, nel quale compare come accessorio il granato, ha dato i seguenti risultati:

SiO ₂	77.58 %	MnO	0.02 %
TiO ₂	tracce	CaO	0.69
P ₂ O ₅	tracce	K ₂ O	6.61
Al ₂ O ₃	11.61	Na ₂ O	2.08
Fe ₂ O ₃	0.15	H ₂ O	0.20
FeO	0.40		
MgO	0.56		99.70 %

I coefficienti calcolati col metodo NIGGLI per la roccia in esame, che qui riporto, si accostano notevolmente a quelli che lo stesso autore assegna al tipo dei « graniti aplitici ».

si	al	fm	c	alc	k	mg
513.2	45.3	8.5	4.9	41.2	0.67	0.64

PEGMATITI ORTOCLASICHE

Si tratta dell'altro tipo di filoni differenziati in senso acido che si notano nella massa intrusiva, localizzati sul fianco sinistro della val Redoten e a sud della conca del Gello, ove la granodiorite biotitico-anfibolica fondamentale lascia il posto alle facies marginali di granodiorite biotitica già descritta.

La loro potenza può variare fra 2 e 20 cm. Sono facilmente distinguibili dalla roccia incassante per il loro color roseo e per il fatto che sono spesso sporgenti dalla superficie per la loro maggiore resistenza alla degradazione meteorica.

Già l'osservazione macroscopica rivela una tipica struttura pegmatitica, nella quale si distingue, anche ad occhio nudo, l'intima associazione quarzo-feldispato che costituisce vistosi cristalli rosei. Qua e là si notano lamelline di biotite di varia grossezza.

Al microscopio il feldispato appare in prevalenza costituito da ortoclasio ⁽¹⁾ con zone di associazioni micropertitiche ortoclasio-albite.

L'analisi chimica ha dato i seguenti risultati:

SiO ₂	72.74 %	K ₂ O	8.25 %
Al ₂ O ₃	13.87	Na ₂ O	2.16
Fe ₂ O ₃	—	BaO	0.17
FeO	0.36	H ₂ O	0.28
MgO	0.96		
CaO	0.80		99.59 %
MnO	tracce		

In base a questi dati i coefficienti NIGGLI sono i seguenti:

si	al	fm	c ⁽²⁾	alc	k	mg
400.0	44.9	9.5	4.7	40.4	0.71	0.82

Anche questi valori, come quelli dell'aplite precedentemente descritta, si accostano sostanzialmente ai coefficienti del tipo « granitico aplitico » di NIGGLI.

Come risulta dal quadro sottoriportato, il coefficiente si risulta più elevato nell'aplite e più basso nella pegmatite del Bruffione rispetto al coefficiente NIGGLI del tipo indicato. Più alti invece appaiono i valori k nelle due facies filoniane del Bruffione, che come abbiamo visto sono decisamente ricche di ortoclasio.

a) aplice quarzoso-feldispatica a grana fine del Bruffione

b) tipo « granitico aplitico »

c) pegmatite ortoclasica del Bruffione

	si	al	fm	c	alc	k	mg
a)	513.2	45.3	8.5	4.9	41.2	0.67	0.64
b)	460	47	8	5	40	0.45	0.25
c)	400.0	44.9	9.5	5.0	40.4	0.71	0.82

⁽¹⁾ Infatti l'angolo degli assi ottici risulta avere un valore di 68°.

⁽²⁾ Al coefficiente c di questa pegmatite va aggiunto un 0.3 dovuto alla presenza di un po' di bario nella roccia.

PORFIRITI ANFIBOLICO - PIROSSENICHE

La struttura è di netto tipo porfirico; l'associazione fondamentale è data dall'anfibolo e dal pirosseno, entrambi ben idiomorfi, distribuiti in quantità pressochè uguali, a grana generalmente medio-minuta, pur non mancando individui soprattutto di anfibolo maggiormente sviluppati.

Questi fenocristalli sono immersi in una massa di fondo microcristallina composta, in gran prevalenza, da plagioclasio e subordinatamente da minutissimi granuli dei due componenti femici principali.

L'anfibolo si presenta in individui prismatico-allungati, più spesso in granuli, sempre ben idiomorfo. Il suo pleocroismo è molto sensibile:

$$\alpha \text{ (giallo)} < \gamma \text{ (bruno-verdolino)} \leq \beta \text{ (bruno)}$$

Talvolta si nota una marcata differenza tra il nucleo che è chiaro e il bordo nettamente bruno.

Il c: γ si aggira costantemente attorno ai 20°: si tratta di una orneblenda verde-bruniccia passante talora ad orneblenda bruna verso la periferia.

E' abbastanza frequente l'alterazione di queste orneblende in termini più o meno ferriferi della famiglia degli epidoti, in clorite, talora con formazione di anfibolo tremolitico.

Il pirosseno, in granuli idiomorfi talora geminati, non mostra sensibile pleocroismo e presenta un angolo di estinzione che si aggira sui 51°: si tratta di termini augitici. Gli individui più grandi sono quasi completamente alterati in epidoto e clorite.

I microcristalli della pasta di fondo ripetono la composizione mineralogica dei fenocristalli; ad essi si aggiunge il plagioclasio nel quale si riescono ad individuare geminazioni albite e albite-Carlsbad: la sua determinazione riesce un po' difficile per la piccolezza dei cristalli.

Su un individuo albite-Carlsbad sono state eseguite le seguenti misure:

$$I^{\circ} = 22^{\circ} \qquad II = 32^{\circ} \qquad 63 \% \text{ An.}$$

Su un geminato albite semplice zonato:

parte interna	35°	67 % An
bordo esterno	20°	38 % An.

Si tratta quindi di miscele labradoritiche con tendenza alla labradorite bitownitica verso la parte interna e all'andesina verso la periferia.

Sono caratteristici alcuni noduletti di quarzo che appaiono parzialmente riassorbiti e circondati da una aureola costituita da individui aciculari di orneblenda o di augite a disposizione raggiata.

Un fenomeno analogo fu studiato anche da M. BRUNO nei filoni basici del M. Frezone e interpretato, assieme ad altri Autori, come effetto del permanere di falsi equi-

libri in seguito al rapido raffreddamento del magma: l'aureola di aghetti di minerali femici disposta alla periferia del nodulo di quarzo starebbe appunto a dimostrare come la reazione tra la parte sialica della roccia e i componenti femici sia rimasta incompiuta. (v. M. BRUNO, *Un caratteristico filone basico zonato a noduletti quarzosi del M. Frerone*. Rend. Soc. Miner. It. Anno III, 1946.)

Granuli di magnetite e di apatite accompagnano la massa di fondo. Come prodotti di origine secondaria si può notare: epidoto, clorite provenienti dall'alterazione dell'ornblenda e dell'augite, una certa quantità di calcite in plaghe e in lamelle polisintetiche e poca ematite.

L'analisi chimica ha dato i seguenti risultati:

SiO ₂	47.36 %	CaO	13.52 %
TiO ₂	0.78	Na ₂ O	2.44
P ₂ O ₅	0.17	K ₂ O	1.13
Al ₂ O ₃	15.82	CO ₂	0.30
Fe ₂ O ₃	0.45	H ₂ O ⁻	0.26
FeO	7.66	H ⁺ O	1.14
MgO	8.40		99.64 %
MnO	0.11		

Riporto i coefficienti della mia analisi e, assieme a questi, i coefficienti dei tipi magmatici di NIGGLI che più si accostano alla roccia considerata:

- a) tipo « gabbrodioritico normale »
- b) porfirite anfibolico-pirossenica
- c) tipo « miharaitico »
- d) tipo « gabbrico calcico »
- e) tipo « gabbrico pirossenico »

	si	al	fm	c	alc	k	mg
a)	130	23	44	22.5	10.5	0.2	0.5
b)	99.1	19.5	40.4	30.3	9.8	0.18	0.64
c)	130	23	42	27.5	7.5	0.2	0.5
d)	100	25	46	25	4	0.1	0.7
e)	100	23.5	40.5	31.5	4.5	0.2	0.7

I caratteri fondamentali della roccia sottoposta ad esame, come si può vedere nella tabella soprariportata, sono molto simili a quelli del gruppo dei magmi gabbrici: in particolare la porfirite anfibolico-pirossenica del Bruffione si avvicina ai tipi più calcici come il gabbrico pirossenico: le differenze più notevoli risultano dal confronto tra i coefficienti alc il cui valore è sensibilmente più elevato nella roccia da me studiata. Soltanto il tipo miharaitico e il tipo gabbrodioritico normale si accostano ad essa per il valore degli alcali: per questo carattere ci si avvicinerebbe al gruppo gabbrodioritico pur restando lontani da esso per i diversi valori della silice e del calcio.

RIASSUNTO E CONCLUSIONI

LE FACIES PETROGRAFICHE ESSENZIALI ED IL LORO CHIMISMO

Dal complesso dei rilievi geologici di campagna e degli studi chimico-petrografici da me condotti risulta che il gruppo del Bruffione è costituito fondamentalmente da tre masse, ben definite l'una rispetto all'altra e localizzate, nel senso della basicità crescente, da sud dove la massa si immerge sotto i terreni sedimentari di copertura, a nord dove il corpo intrusivo si collega direttamente con le tonaliti a grana minuta « tipo Re di Castello ».

Abbiamo cioè a sud la facies *granodioritica biotitica* del Gaver, di malga Retorti e di malga Casaole, facies che si ritrova, come abbiamo visto nella parte speciale, in due piccole masse, periferiche rispetto al corpo centrale del Bruffione, una in val Redoten e l'altra sul fianco nord-ovest del M. del Gello. Il plagioclasio è il minerale nettamente prevalente e la sua composizione oscilla, come valori medi, tra una andesina (40 % An) al nucleo e un oligoclasio (28 % An) al bordo. E' spesso parzialmente riassorbito alla periferia ad opera dell'ortose. Il minerale femico quasi esclusivo è la biotite, mentre l'orneblenda ha carattere accessorio.

La facies più diffusa del Bruffione è data dalla *granodiorite biotitica ad anfibolo* che si trova in tutto il settore centrale del massiccio e cioè sulla cima omonima, sulla cresta dei Grapperi di Nuova, nella conca del lago Casinei e in quella del lago Nero ecc.: il plagioclasio, di tipo andesinico, è sempre il minerale prevalente; il feldispato potassico è sensibilmente diminuito mentre l'orneblenda, tra i minerali femici, è relativamente abbondante pur restando al di sotto della biotite.

Ancora più a nord si sviluppa la facies *tonalitica a grana minuta* della conca del Boazzolo, della malga del Gello e delle propaggini settentrionali fino alla conca di malga Boazzo. Prevalente è sempre il plagioclasio, la cui composizione varia tra l'andesina labradoritica (50 % An) al nucleo e l'andesina oligoclasica (30 % An) alla periferia. L'ortoclasio quantitativamente è diminuito di molto, però nelle plaghe in cui questo minerale è disposto, è ben evidente la tendenza a riassorbire i plagioclasti inclusi. L'anfibolo è il minerale femico nettamente prevalente (circa il doppio della biotite).

Per una maggiore comprensione del chimismo di queste tre facies fondamentali, riporto le tre formule magmatiche corrispondenti:

	si	al	fm	c	alc	k	mg
granodiorite biotitica							
(Bruffione meridion.)	313.8	42.6	17.5	16.9	22.9	0.39	0.34
granodiorite biotitica ad							
anfibolo							
(Bruffione centrale)	226.1	35.3	22.6	20.5	21.6	0.27	0.56
tonalite a grana minuta							
(Bruffione settentr.)	197.1	28.8	32.2	24.3	14.6	0.24	0.41

Le variazioni che si osservano confrontando le tre formule tra loro: diminuzione regolare dei coefficienti si e al, aumento costante di fm e c, diminuzione di alc e k, trovano riscontro nell'accostamento delle medie delle composizioni mineralogiche osservate su parecchie sezioni delle tre facies:

	granodiorite biotitica (Bruffione merid.)	granodiorite biotitica ad anfibolo (Bruffione centrale)	tonalite a grana minuta (Bruffione setten.)
quarzo	34.65 %	28.18 %	23.73 %
plagioclasio	42.02	41.99	46.17
ortoclasio	13.00	9.59	7.88
biotite	8.54	10.90	7.95
orneblenda	—	7.42	12.42
accessori	1.75	1.92	1.85

Le differenziazioni filoniane sono date, come abbiamo visto, da tipi acidi come apliti e pegmatiti: le prime sono apliti quarzoso-ortoclasiche a grana molto minuta, con scarsissimo plagioclasio: esse sono diffuse in parecchi punti della massa soprattutto nel settore centrale: lago Nero, fianchi sud-occidentale ed orientale del M. del Gello ecc.. Le pegmatiti, verosimilmente legate alle due masse granodioritiche periferiche di Val Redoten e del M. del Gello, sono costituite da una associazione fondamentale data dal quarzo e dall'ortoclasio in struttura micropegmatitica: l'ortose presenta spesso zone di associazioni micropertitiche.

Riporto qui sotto le formule magmatiche delle due facies acide filoniane del Bruffione:

	si	al	fm	c	alc	k	mg
aplite quarzoso-feldispatica	513.2	45.3	8.5	4.9	41.2	0.67	0.64
pegmatite ortoclasica	400	44.9	9.5	5	40.4	0.71	0.82

E' notevole, pur trattandosi di due facies a struttura nettamente diversa, la loro stretta analogia chimica. Manifestamente maggiore risulta nella prima il coefficiente si per il fatto che circa il 50 % della roccia è dato da quarzo in granuli. Molto prossimi sono i due coefficienti alc e k, quest'ultimo stando a dimostrare il carattere decisamente potassico dei due tipi filoniani.

I filoni basici della zona, mancanti in seno alla massa intrusiva, si osservano in gran copia nei terreni sedimentari di copertura dell'alto Caffaro: essi sono però da ricondurre a differenziazioni della formazione tonalitica, che grande sviluppo assume a nord e ad ovest del Bruffione, trattandosi nella maggioranza dei casi di porfiriti e kersantiti anfiboliche: è per questa ragione che di tutti i filoni basici che ho segnato nella cartina annessa al presente lavoro, ho tralasciato lo studio chimico-petrografico, fatta eccezione soltanto per un tipo di porfirite anfibolico-pirossenica che raggiunge la massa del Bruffione e penetra in essa nei pressi del passo del Gello.

RELAZIONI CON ALTRE MASSE PERIFERICHE DELL'ADAMELLO

Allo stato attuale delle conoscenze sulla composizione chimico-mineralogica di altre masse plutoniche periferiche dell'Adamello, può essere assai istruttivo il confronto delle stesse con la facies più acida osservata nel settore meridionale del M. Bruffione e da me definita come una granodiorite biotitica.

I caratteri mineralogici e i dati analitici relativi a queste masse periferiche dell'Adamello orientale, cioè il nucleo del Sostino, il Corno Alto e il Sabion, li riporto dalla memoria di G. OGNIBEN sul M. Sabion (bibl. 17).

Granodiorite del Sostino, val Borzago. Il minerale prevalente è il plagioclasio, la cui composizione varia come limiti estremi tra un'andesina (34 % An) ed un oligoclasio (16 % An). In questa roccia è spesso evidente il riassorbimento periferico del plagioclasio ad opera del feldispato potassico che al Sostino risulta essere microclino invece che ortoclasio: fenomeno di riassorbimento che l'OGNIBEN ha per primo rilevato e che io pure ho ritrovato nelle masse del Bruffione. Quarzo e microclino sono in quantità all'incirca uguale. Come elementi femici del Sostino si trovano biotite e poca orneblenda.

La roccia del Sostino, dal punto di vista chimico, è risultata di tipo leucoquarzodioritico.

I costituenti mineralogici sono quasi gli stessi di quelli osservati nella granodiorite del Bruffione. A parte il fatto che al Sostino si trova microclino invece di ortoclasio, fenomeno la cui spiegazione risiede in fattori estranei al magmatismo, come ha dimostrato il BARTH (bibl. 1, 2) ⁽¹⁾, le maggiori differenze con la granodiorite del Bruffione stanno nel tipo e nella quantità del plagioclasio. Infatti, mentre al Bruffione abbiamo un plagioclasio con una composizione variante tra il 40 % An al centro e 28 % An alla periferia, con nuclei che talora possono raggiungere anche il 48-50 % An, al Sostino invece il feldispato sodico-calcico varia dal 34-26 % An al centro, al 16 % An alla periferia.

Da questi fatti deriva per il Sostino un valore più alto del coefficiente alc e uno più basso di k rispetto ai magmi granodioritici, come potremo vedere nella tabella comprensiva di tutte le facies considerate.

Granodiorite del Corno Alto, versante occidentale. Anche qui il minerale prevalente è il plagioclasio; le sue variazioni medie vanno dal 44 % al 26 % An: sarebbero, cioè molto prossime a quelle della granodiorite del Bruffione.

L'analisi chimica porta ad una formula magmatica che si avvicina al tipo « farsunditico » di NIGLI.

Molto prossima ai magmi granodioritici per il valore del coefficiente alc, la roccia del Corno Alto si scosta da questi e quindi dalla granodiorite del Bruffione per il basso valore di k.

⁽¹⁾ Secondo questo Autore la modificazione monoclinale del feldispato potassico è di alta temperatura, la struttura triclina è di temperatura più bassa e il microclino geminato si genera in condizioni di temperatura intermedie.

Granodiorite del Sabion, versante settentrionale. Di questa massa scelgo la facies che per i suoi caratteri mineralogici e per il suo chimismo maggiormente si avvicina alla granodiorite del Bruffione meridionale. La quasi perfetta concordanza delle formule magmatiche delle due rocce, come presto vedremo, sta appunto nell'analogia di composizione mineralogica. Il plagioclasio è sempre il minerale prevalente e la sua composizione varia in media tra un 40 % An al nucleo e un 28 % An alla periferia. Anche qui è evidente il fenomeno di parziale riassorbimento periferico del feldispato sodico-calcico da parte dell'ortose. Il minerale femico quasi esclusivo è la biotite; ad essa si accompagna poca orneblenda. La sua formula magmatica appartiene al gruppo dei magmi granodioritici e si avvicina al tipo granodioritico normale.

Raccolgo in un'unica tabella i coefficienti di tutte le facies passate ora in rapida rassegna e li confronto con la granodiorite del Bruffione:

	si	al	fm	c	alc	k	mg
granodiorite del Bruffione	313.8	42.6	17.5	17	22.9	0.39	0.34
granodiorite del Corno Alto	295	44.5	16	16.5	23	0.26	0.4
granodiorite del Sabion	287	41	18	17.5	23.5	0.37	0.3
granodiorite del Sostino	277	40	17.5	18	26	0.26	0.4
tipo farsunditico	300	42	20	15	23	0.25	0.4
tipo granodioritico normale	280	39	22	17	22	0.45	0.4
tipo leucoquarzodioritico	300	42	17.5	13	27.5	0.25	0.4

Si può rilevare subito l'analogia veramente notevole tra le quattro masse periferiche dell'Adamello: solo al Sostino, come abbiamo visto poco sopra, una maggior quantità di plagioclasti ed una composizione della loro miscela più ricca in componente albitico porta rispettivamente ad un valore più alto del coefficiente alc e ad uno più basso di k. Al Corno Alto poi una maggiore superiorità del feldispato sodico su quello potassico fa cadere notevolmente il valore di k; il contenuto in An però resta sempre molto vicino a quello delle rocce del Bruffione e del Sabion.

Un altro confronto assai interessante possiamo farlo tra la tonalite del Bruffione settentrionale ed altre masse analoghe dell'Adamello, in particolare con la formazione delle tonaliti a grana minuta « tipo Re di Castello ».

Qui i rapporti sono veramente molto stretti sia per i caratteri mineralogici che per il chimismo: non esiste soluzione di continuità fra la facies del Bruffione della Casina di Boazzolo, di malga Senapre ecc. e la suaccennata formazione tonalitica descritta da altri Autori.

Cerchiamo di vedere un po' da vicino i caratteri chimico-mineralogici di due facies tipiche delle tonaliti « tipo Re di Castello », una presa al Lago della Vacca (A. CAVINATO - bibl. 3, 9), l'altra al Passo Brescia ad ovest del gruppo del M. Re di Castello (D. COLBERTALDO - bibl. 13).

Tonalite biotitico-anfibolica, lago della Vacca. I componenti essenziali sono nell'ordine: plagioclasio, quarzo, anfibolo, biotite. Il plagioclasio è sempre molto zonato e di composizione andesinico-labradoritica con 44 % An in media e con variazioni massime 34-62 % An. L'ortoclasio è scarso.

Tonalite biotitico-anfibolica, passo Brescia. I plagioclasti, di composizione media andesinico-labradoritica, con valori estremi da 60 % An al centro, a 32 % An alla periferia, sono i minerali prevalenti. Viene poi il quarzo, la biotite e l'orneblenda verde.

Raccolgo nella tabella seguente le formule magmatiche di queste due facies e le confronto con quelle della tonalite del Bruffione.

	si	al	fm	c	alc	k	mg
tonalite del Boazzolo (Bruffione settentr.).	197.1	28.9	32.2	24.3	14.6	0.24	0.41
tonalite del Lago della Vacca	198	36.2	27.1	24.2	12.5	0.35	0.48
tonalite del P.so Brescia	202	30.5	31.8	22.5	15.2	0.38	0.41
tipo peleeitico	180	33	32	23	12	0.2	0.4
tipo tonalitico	180	33	33	22	12	0.4	0.4

Si possono rilevare innanzi tutto lievi variazioni tra i coefficienti alc delle tre facies tonalitiche, fatto imputabile alla maggiore o minore quantità del feldispato sodico-calcico; inoltre il valore di k è nettamente inferiore nella facies del Bruffione. Questa differenza si può spiegare ricordando che la composizione del plagioclasio, qui, varia come limiti estremi tra un 50 % An al nucleo e 30 % An alla periferia, cioè è un po' più albitico di quello studiato nelle altre facies; notevole invece è l'analogia per gli altri caratteri.

La facies del Boazzolo ha analogia maggiore con la tonalite del passo Brescia, essendo quasi isofala con leggera tendenza femica; la facies del lago della Vacca manifesta una tendenza contraria in senso sialico, da tipi peleeitici e tonalitici verso tipi leucopeleeitici e leucotonalitici.

Occorre a questo proposito però avvertire che tipi analoghi si trovano nello stesso gruppo del Re di Castello sul versante nord-occidentale.

Mentre abbiamo potuto trovare stretta analogia tra la facies granodioritica del Bruffione meridionale e le masse periferiche del versante orientale dell'Adamello, e tra la facies tonalitica del Bruffione settentrionale e le tonaliti biotitico-anfiboliche « tipo Re di Castello », meno agevole riesce il confronto della facies centrale con altre masse; essa appare come un termine di transizione tra le due, ma non trova nelle analisi finora pubblicate nella bibliografia un diretto riscontro. Non mancano tuttavia, nella stessa regione circostante il lago della Vacca e in quella del M. Re di Castello, granodioriti biotitiche ad anfibolo che possono considerarsi, almeno dal punto di vista mineralogico, analoghe a quelle del corpo centrale del Bruffione.

Padova - Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università, Novembre 1952.

Memoria eseguita e pubblicata con il contributo finanziario del « Centro Studi di Petrografia e Geologia del C. N. R. » e del « Comitato economico-scientifico triveneto per studi, applicazioni e ricerche » presso l'Università di Padova.

BIBLIOGRAFIA

1. BARTH T. F. W. - *The Feldspar Geologic Thermometers*. Neues Jahrbuch für Min., Abh., Bd. 82, Heft 1-2, 1951, p. 143-154, 4 f. n. t.
2. BARTH T. F. W., CORRENS C. W., ESKOLA P. - *Die Entstehung der Gesteine*. Berlin, Springer, 1939.
3. BIANCHI A. e DAL PIAZ Gb. - *Il settore meridionale del massiccio dell'Adamello. Relazione sul rilevamento e studi preliminari della zona compresa fra la valle di Stabio e l'alta valle del Caffaro*. Boll. Ufficio Geol. d'Italia, v. LXII, Roma 1937, p. 1-87, con 7 f. e 5 t.
4. BIANCHI A. e DAL PIAZ Gb. - *Atlante geologico-petrografico dell'Adamello meridionale. Regione tra lo Stabio e il Caffaro*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, v. XII, Padova 1937, p. 1-16, con 15 t. e una carta geol. alla scala 1:12.500.
5. BIANCHI A. e DAL PIAZ Gb. - *Metamorfismo selettivo e processi metasomatici di contatto nel massiccio dell'Adamello*. International Geological « Report of the Eighteenth Session, Great Britain, 1948 », Part. III, p. 81-89.
6. BIANCHI A. e DAL PIAZ Gb. - *Differenziazioni petrografiche e metamorfismi selettivi di contatto nel Massiccio dell'Adamello*. Rend. Soc. Miner. Ital. v. V, 1948, p. 1-26, con cartina geologico-petrografica alla scala 1:250.000.
7. BURRI C. e NIGGLI P. - *Die Jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens*. Erster Hauptteil, Zürich, Schweizer Spiegel, 1945.
8. CARTA GEOLOGICA DELLE TRE VENEZIE alla scala di 1:100.000, pubblicata dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque: foglio Riva.
9. CAVINATO A. - *Studio petrografico di alcune rocce dell'Adamello*. Studi Trentini di Scienze Naturali, anno VIII, fasc. 2°, Trento 1927, p. 129.
10. CHUDOKA K. - *Die Feldspäte und ihre praktische Bestimmung*. Stuttgart, Erwin Nägele 1932.
11. COLBERTALDO D. - *Petrografia del Monte Blumone (Adamello meridionale)*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, v. XIV, 1940, p. 1-51, con 9 f., 3 t. e 1 cartina geol.
12. COLBERTALDO D. - *Ricerche geologico-petrografiche sul settore orientale dell'Adamello fra val di Genova e val di Breguzzo*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, v. XIV, 1942, p. 1-44, con 1 carta geol. alla scala 1:50.000, 5 f., 1 panorama e 3 t.
13. COLBERTALDO D. - *Ricerche petrografiche nell'alto bacino del Chiese*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, v. XVI, 1950, p. 1-49, con 1 carta geol. alla scala 1:50.000, 9 f. e 3 t.
14. DAL PIAZ Gb. e Bianchi A. - *Monografia geologico-petrografica sull'Alto Adige orientale e regioni limitrofe*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, v. X, 1934.
15. FERSMAN A. E. - *Les pegmatites, leur importance scientifique et pratique*. Académie des Sciences de l'U.R.S.S. Leningrad, Edité par l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., 1931. Traduzione francese, Louvain et Bruxelles, 1951.
16. NIGGLI P. - *Die Magmentypen*. Schweiz. Min. u. Petrogr. Mitt. Bd. XVI, Zürich 1936.

17. OGNIBEN G. - *Studio chimico-petrografico sul Monte Sabion (Adamello orientale)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, v. XVII, 1952.
18. REINHARD M. - *Universal Drehtischmethoden*. Basel, B. Wepf u. Cie., 1931.
19. RIVA C. - *Le rocce paleovulcaniche del gruppo dell'Adamello*. Mem. Ist. Lomb. sc. mat. e nat., v. XVII, fasc. 6°, p. 159, Milano 1896.
20. SALOMON W. - *Die Adamellogruppe, ein alpines Zentralmassiv, und seine Bedeutung für die Gebirgsbildung und unsere Kenntnis von den Mechanismus der Intrusionen*. Abhandl. d. k. k. Geol. Reichsan., v. XXI, H. 1 e 2, Wien 1908-10, p. I-XIII e 1-603, con 98 f. e 11 t. fra cui una carta geologica alla scala 1: 75.000 (t. I).
21. TRENER G. B. - *Über das Alter der Adamelloeruptivmasse*. Verh. k. k. Geol. Reichsan., Wien 1910, N. 4, p. 91-115, con 4 f.
22. TRENER G. B. - *Die sechsfache Eruptionsfolge des Adamello. Das postrhätische Alter des Tonalitwillingsmasse (Vorläufige Mitteilung)*. Verh. k. k. Geol. Reichsanst., Wien 1912, N. 3, p. 98-112, con 5 f.
23. WINCHELL A. N. - *Elements of optical mineralogy*. New York, John Wiley a. Sons, fourth edition, 1951.

I N D I C E

PREMESSA	Pag.	3
CENNI INTRODUTTIVI - IL QUATERNARIO	"	5
CARATTERISTICHE GEOLOGICO - PETROGRAFICHE	"	6
I) LE FORMAZIONI INCASSANTI	"	6
II) LA MASSA INTRUSIVA E LE SUE DIFFERENZIAZIONI	"	7
STUDIO CHIMICO-PETROGRAFICO DELLE FACIES FONDAMENTALI	"	8
Granodioriti biotitiche del versante meridionale del Bruffione	"	8
Granodioriti biotitiche di Val Redoten e M. del Gello	"	11
Granodioriti biotitiche ad anfibolo del Bruffione	"	13
Tonaliti del Boazzolo a grana minuta	"	16
LE DIFFERENZIAZIONI FILONIANE.	"	19
Apliti quarzoso-feldispatiche	"	19
Pegmatiti ortoclasiche	"	21
Porfiriti anfibolico-piroseniche	"	22
RIASSUNTO E CONCLUSIONI	"	24
Le facies petrografiche essenziali ed il loro chimismo	"	24
Relazioni con altre masse periferiche dell'Adamello	"	26
BIBLIOGRAFIA	"	29

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

CARATTERI MICROSCOPICI DI ALCUNE FACIES STUDIATE

FIG. 1. Pegmatite ortoclasica, fianco sinistro della val Redoten (cfr. p. 21). Nicols +, ingrandimento 28 \times .

Associazione quarzo-ortoclasio (quarzo in luce, ortoclasio semiestinto). Nell'ortoclasio si osservano minute lamelle di feldispato sodico (in luce) in associazione micropertitica.

» 2. Granodiorite biotitica, val Redoten (cfr. p. 11). Nicols +, ingrandimento 28 \times .

Plagioclasti in grossi cristalli geminati secondo la legge dell'albite e dell'albite-periclino, accompagnati da individui allotriomorfi di quarzo (in luce e semiestinto) e da una grossa plaga di ortoclasio (grigio-chiaro), sul lato destro della fotografia. Il quarzo sostituisce alla periferia i plagioclasti. Nell'ortoclasio i cristalli di plagioclasio inclusi sono più o meno riassorbiti.

» 3. Tonalite, Casina di Boazzolo (cfr. p. 16). Nicols +, ingrandimento 28 \times .

Plaga di ortoclasio (in grigio-chiaro) che ingloba e parzialmente riassorbe plagioclasti (geminati e zonati) e orneblenda (individui prismatici grigio-scuri e neri). La sostituzione è evidente specialmente per gli individui più minuti di plagioclasio immersi nell'ortoclasio e per l'orneblenda sfrangiata e corrosa. Pure il quarzo (a sinistra in basso) sostituisce parzialmente i plagioclasti. L'associazione mineralogica attuale non è evidentemente un'associazione in equilibrio. Si può interpretare il fenomeno come dovuto alla sovrapposizione di una facies pegmatitica ortoclasico-quarzosa ad una facies probabilmente dioritica.

» 4. Granodiorite biotitica ad anfibolo facente passaggio alla tonalite, a nord del M. del Gello (cfr. p. 13). Nicols +, ingrandimento 30 \times .

Facies di transizione fra quelle illustrate nella figura 2 e 3, con prevalenza locale dell'orneblenda sulla biotite. La fotografia ripresenta lo stesso fenomeno della figura 3. Su uno sfondo di ortoclasio (grigio-chiaro) e di quarzo (bianco) si osservano grossi prismi di orneblenda non sostituiti o solo debolmente corrosi e individui di plagioclasio geminati e zonati maggiormente riassorbiti.

G. CEVALES - *Studio petrografico del gruppo del Bruffione nell'Adamello meridionale.*



FIG. 1



FIG. 2



FIG. 3



FIG. 4

