

Zeitschrift:	Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band:	28 (1948)
Heft:	2
Artikel:	Note sulla petrochimica dello gneiss-granito Leventina (Riviera e Leventina, Ct. Ticino)
Autor:	Casasopra, S.F.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-23069

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Note sulla petrochimica dello gneiss-granito Leventina (Riviera e Leventina, Ct. Ticino)

di S. F. Casasopra (Gentilino-Lugano)

Sommario

	pagina
1. Variabilità alcalina	718
2. Variabilità basica	724
3. Coesistenza dei feldispati e differenziazione	732
4. Variabilità del tenore micaceo e caratteri del granito primitivo	739
5. Riassunto	754

Se con lo studio precedente dello gneiss-granito Leventina (2) si volse particolare attenzione alla fisiografia generale quale si presenta nella facies metamorfica attuale, con le note seguenti ci si propone di esaminare più da vicino il collegamento di quella con alcune fasi antecedenti, plausibili secondo le premesse e le trasformazioni chimiche già assodate. Le conclusioni ottenute da una prima discussione sul chimismo generale (2, p. 606) possono infatti formare la base per un'ulteriore precisazione dei risultati già raggiunti. Le relazioni particolari esistenti fra i vari membri dei due campi (leucogranitico Lgr, trondhjemítico T) ai quali sono riferibili le rocce leventinesi, lasciano arguire la possibilità di individuare meglio le tendenze che condussero alla loro realizzazione già nelle prime fasi dello sviluppo magmatico. Alcuni cenni interpretativi dati in precedenza (2, p. 631—34) fondano specialmente sulla dipendenza fra la struttura della roccia e la relativa concentrazione alcalina dei feldispati: vediamo ora come simili pensieri possano collimare con le intime relazioni del frazionamento dei cristalli dal miscuglio originario e con le successive modificazioni del dinamometamorfismo alpidico.

E' innegabile che per inoltrarsi fruttuosamente in considerazioni di questo genere si dovrebbe disporre di un numero di analisi chimiche maggiore di quello utilizzato nel nostro precedente stu-

dio¹), nulla dimeno poggiando su tale fondamento è possibile raggiungere fin d'ora altre interessanti induzioni che ben s'accordano e amplificano le precedenti. Studiando infatti il contenuto normativo dei minerali composti, determinabile sulla semplice scorta dei valori molecolari, si rilevano alcuni tratti che dilucidano maggiormente le caratteristiche del tono differenziativo di ciascun gruppo. La distinzione di due traiettorie di differenziazione in corrispondenza alle due correnti alcaline dominanti (2, p. 602) si rispecchia ancora in altre correlazioni normative, dalle quali evadono nuovi punti di raffronto con distretti analoghi, e riescono tali da metter in evidenza determinati momenti della genesi delle varietà più singolari.

1. Variabilità alcalina

Rilevato il diverso comportamento della differenza (al-alk) nei due campi Lgr e T — pressochè costante in quello sodico (15) e in graduale diminuzione in quello potassico (da 15 a 5) con l'aumento silicico —, le variazioni del rapporto alk/(al-alk) illustrano con maggior efficacia la distinzione del decorso differenziativo di ciascun campo, in base alla proporzione normativa fra molecole di feldispato alcalino e molecole di feldispato calcico (anortitico). Il diagramma corrispondente ai valori qui riprodotti (cfr. tabella 1 e fig. 1) di-

Tabella 1

	varietà	si	al	alk	al-alk	alk/al-alk
	IV	200	33	15	18	0,8
	I	272	44,5	29,5	15	2
campo	II ₅	303	41	24	17	1,4
trondhjemítico	II ₆	326	44,5	26,5	18	1,5
T	II ₄	337	45	26,5	19	1,4
	IX	405	45	32	13	2,5
	IVa	227	34,5	20,5	14,5	1,4
campo	IIIa	350	40,5	34	6,5	5
leucogranítico	Vla	350	40	36	4	9
Lgr	III	406	46,5	36	10,5	3,5
	V	383	45,5	43,5	2	22,5

¹⁾ Occorre rammentare che per quanto scarse e limitate rispetto alla quantità, le analisi chimiche in parola offrono tutte una caratteristica qualitativa assai notevole, rappresentando ciascuna un tipo roccioso capace di racchiudere in sè tutti i principali tratti delle condizioni dell'ambiente da cui provengono (cfr. 2, p. 601).

mostra due correnti distinte e divergenti sempre più in relazione al grado di saturazione silicica; da ognuna di esse si diparte poi un ramo laterale determinato da alcune varietà assai singolari per il loro chimismo complessivo, mentre altre analoghe assumono una posizione intermedia.

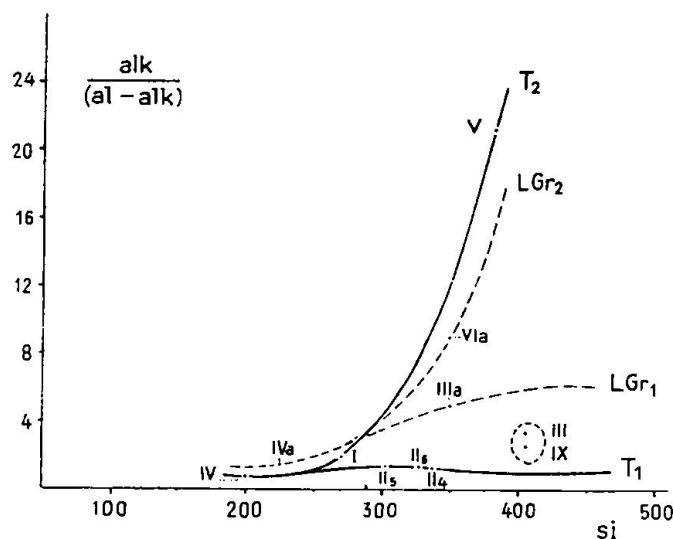


Fig. 1. Diagramma delle proporzioni molecolari alumo-alcaline (Tab. 1, p. prec.).
 $T_1 \rightarrow IV-I-V$; $T_2 \rightarrow IV-II$; $LGr_1 \rightarrow IVa-IIIa$; $LGr_2 \rightarrow IVa-VIa$

Rileviamo così fin da principio come l'attinenza di varietà estreme nei due gruppi fondamentali possa venir commutata non appena si tenga conto, oltreché ai legami proporzionali chimici, della loro effettiva ubicazione regionale cui si connettono altre diversità di facies metamorfiche. Così la coordinazione dei valori molecolari secondo la saturazione silicica nei rispettivi diagrammi di differenziazione (2, p. 602, fig. 52, 53, 54) non escludeva punto alcune riserve sulla reale attribuzione p. es. delle varietà V (tipo Preonzo) e IX (tipo Piottino) alla corrente potassica e a quella sodica, nonostante la relativa accentuazione alcalina, che ne giustificava, per un primo ordinamento, la rispettiva inserzione nei gruppi Lgr e T. Nel campo T è caratteristico il valore quasi costante del rapporto alumo-alcalino nel passaggio dalle rocce intermedie (IV, granito scuro tipo Lodrino) a quelle acide (II, tipo Cresciano). Due valori singolari di rocce adiacenti (I, tipo Claro, e V, tipo Preonzo) si distaccano però da questo ramo principale (T_1) e delineano una diversione assai pronunciata (ramo T_2) che attesta una forte alcalizzazione marginale.

Quanto alla varietà IX (Piottino), sinora considerata come membro del gruppo T, è notevole l'allontanamento dal ramo T_1 (nel quale dovrebbe inserirsi qualora realmente vi appartenesse), in tutto analogo simmetricamente a quello di III (var. porfiroide di Biasca-Stazione) dal relativo tronco principale leucogranitico Lgr_1 . Peraltro si potrebbe esser facilmente indotti a connettere nel diagramma la VIa (var. laminare-scistosa, tipo Faido) con la V, il che sarebbe ammissibile in vista della comune prevalenza potassica, della stessa funzione di copertura della massa gneiss-granitica e del possibile collegamento differenziativo.

Senonchè la diversa facies metamorfica e l'aspetto totalmente diverso delle rocce manifestantisi anche in rapporti quantitativi di minerali ben diversi lasciano ammettere una separazione fra le due varietà VIa e V in ordine a una segregazione genetica della stessa schiatta. Ciò tanto più quando si rileva che lo spostamento di VIa rispetto alla varietà IIIa (porfiroide massiccia, tipo Bodio) alla quale trovasi intimamente legata da parità di chimismo ad onta di assai diversa facies metamorfica, riflette soltanto una diversità dell'azione rigenerante fra il nucleo di fondo (IIIa) e il corrispondente settore dorsale di contatto (VIa) della massa centro-settentrionale.

La vicinanza strana di due tipi rocciosi (IX e III) assai diversi sotto vari aspetti è parimenti l'espressione fedele delle modificazioni subite prima o forse già durante la propria rigenerazione.

Si ricorderà infatti come le varietà IX e in particolare il campione analizzato²⁾ rappresenti la varietà tipica della fronte settentrionale dello gneiss-granito Lev., nella quale non sono da sottovalutarsi i fenomeni di secrezione calcare, spiegabili sia come conseguenza di assorbimenti paraintrusivi sia come impregnazione parametamorfa (2, p. 589 e 665). Allo stesso modo il campione usato per rappresentare la varietà porfiroide scistosa III, proviene da un margine laterale (cave della stazione di Biasca, cfr. 2, p. 470—473) abbastanza tormentato da intercalazioni micascistose e da inclusi melanocrati e da lenti di calcefiro (2, p. 518) e dotato quindi di particolari caratteri genetici (2, p. 676).

Una dipendenza ancor più spiccata fra chimismo originario e successivo metamorfismo possiamo rilevare dall'analisi dei rami laterali T_2 e Lgr_2 . Questi sono realizzabili in base ai valori delle va-

²⁾ Cfr. 2, p. 569; detto saggio proviene dall'uscita settentrionale della galleria stradale del Monte Piottino.

rietà V e VIa, ambedue di copertura nella massa gneiss-granitica ed esponenti perciò della concentrazione alcalina marginale del tetto. Il loro distacco dal ramo principale esprime il legame esistente fra le condizioni genetiche e l'affinità delle specie adiacenti. Così la VIa sovrasta interamente alla IIIa e nel diagramma vi figura poco discosta, partecipando lo stesso chimismo globale; la varietà V si allontana invece in modo singolarissimo dalle varietà sottostanti (in prevalenza I e II) in quanto rappresenta l'opposizione degli alcali (potassio-sodio) quale occorre nel corso di una normale segregazione magmatica.

D'altra parte ambedue gli importi singolari di VIa e di V, sono da interpretarsi come il prodotto della abbondante liberazione di sostanze alcaline e di silice sotto una più intensa rigenerazione metamorfico-dislocativa. Questo fenomeno è di fatto realizzato quando l'alluminio (Al) del feldispato alcalino passa interamente a costituire la muscovite (risp. la sericite), associandosi eventualmente all'analogia liberazione di potassio o di idrossido di alluminio a seguito della trasformazione della biotite in clorite³⁾.

Orbene che siffatte migrazioni molecolari siano realmente occorse durante la ricristallizzazione delle varietà in parola è di certo fuori dubbio: queste varietà costituiscono la copertura periferica dell'intera massa gneiss-granitica da sud a nord⁴⁾ e risultano pertanto

³⁾ Afferendo il legame che esiste fra la genesi della muscovite e quella di altri complessi composti, capaci di reagire a loro volta con le fasi solide, il Prof. P. NIGGLI cita due casi tipici, premessa una composizione ideale della muscovite (7, p. 536—537).

Nel primo caso, la silice ed il potassio, con l'aiuto di idrossido d'alluminio sottratto da qualsiasi altro alumo-silicato reso inevitabilmente libero da altra reazione sincrona nello stesso ambiente, danno muscovite (risp. sericite) e acqua.

Nel secondo caso, ammesso che „tutto l'alluminio del feldispato vada interamente a formare le miche chiare“ può avvenire che $\frac{2}{3}$ dell'alluminio esistente nel feldispato in coordinazione quaternaria passi in coordinazione senaria ([BVI], propria di Al della muscovite) liberando abbondante silice e idrossido di potassio.

Questi ultimi poi, ulteriormente combinati possono dar luogo ad altri silicati acquiferi di potassio, del tipo clorite, epidoto, ecc.

Come osserva lo stesso Prof. P. NIGGLI, la concomitanza della trasformazione della biotite in clorite influisce sull'andamento della distribuzione quantitativa nelle reazioni suddette di ambedue i casi.

⁴⁾ Gli esemplari di VIa e di V provengono rispettivamente dal lobo di Gribbio (reg. sett. tra FAIDO e Pianaselva, cfr. 2, p. 568) e della cupola meridionale (CLARO-PREONZO, cfr. 2, p. 506).

esposte ai più intensi rimaneggiamenti metamorfico-dislocativi. Anzi, conoscendo le diverse caratteristiche delle rispettive facies metamorfiche locali (2, p. 657 e segg.) possiamo più facilmente intuire quale specie di migrazione interna abbia prevalso nell'una e nell'altra varietà, dacchè l'unitarietà del fenomeno rigenerativo si esplicò con forme variamente intense e a diversi gradi di profondità. Se ci riferiamo, per esempio ai due casi riportati nella nota precedente, è plausibile ammettere che nella varietà VIa, data la piena ricristallizzazione accompagnata da tutte le sfumature diaftoretiche proprie della regione settentrionale, la scissione molecolare alumo-alcalina abbia notevolmente influito sulla distribuzione proporzionale dell'alluminio da principio legato alle molecole feldispatiche. Questo, mutando la propria coordinazione avrebbe provocato non solo la formazione di sericite ma anche l'abbondante liberazione di silice e di idrossido di potassio, assorbiti a loro volta nella costituzione di clorite ed epidoto a grado a grado che si effettuava la disgregazione della biotite iniziale. Ciò corrisponde alla facies epizonale presente in detta varietà (2, p. 568) e confermata sia nei rapporti modali che nell'assetto strutturale (2, p. 658—660).

Quanto alla varietà V, tipica per il singolare tono alcali-aplitico, assai povero di calcio ($c = 2,5$ minimo fra tutte varietà) si deve notare che data la completa ricristallizzazione non scevra di influenze catazonali, la distribuzione molecolare a favore della genesi della muscovite sia stata limitata alla sottrazione di idrossido di alluminio dalla biotite preesistente (dando in più acqua). Ciò sembra suffragato dal fatto che proprio in questa varietà si osserva una regolare disposizione della muscovite attorno alla biotite a mo' di corona (2, p. 506), il che può spiegarsi come una più stretta dipendenza genetica fra le due specie di mica, ammissibile appunto secondo questo schema di migrazione. Un'altra circostanza favorisce inoltre questo legame: la presenza simultanea di feldispato alcalino sia in concrescimento micro-pertitico quale teste del disfacimento della primaria cristallizzazione mista, sia come individuo completamente rigenerato con il normale graticcio di germinazione — circostanza questa che può indicare la ridotta partecipazione dell'alluminio del feldispato alcalino alla genesi della muscovite (cfr. 2, p. 613).

Riguardo al tenore di alk così elevato e maggiore di quello di tutte la varietà leventinesi, dobbiamo però tener presente, che non può essere l'espressione soltanto della azione metamorfica sopra detta, ma anche l'effetto di

altre influenze endogene, forse differenziative o forse di ordine parametamorfo, sebbene a quest'ultimo non condizionate (vedi sotto pag. 731) ⁵⁾.

Dal diagramma delle proporzioni molecolari alumo-alcaline nello sviluppo differenziativo si rileva dunque che le varietà gneiss-granitiche leventinesi del campo leucogranitico, mostranti una chiara diminuzione del metamorfismo mesozonale (IVa, III, IIIa, settore interno della regione centrale, Pollegio-Giornico) oltreché a distinguersi dalla corrente differenziativa trondhjemita, si scostano notevolmente dalle varietà (VIa, VII, VIII) dello stesso gruppo, soggette a più intensa deformazione e ricristallizzazione meso-epizionale. Astraendo da questa importante modificazione genetica, ossia se considerassimo il chimismo delle varietà leucogranitiche come rigida espressione del prodotto magmatico iniziale, otterremmo con l'interpolazione di valori medi una curva altresì intermedia (L_{grm}) analoga a quella di altri distretti granitici non metamorfosati o soltanto lievemente.

D'altra parte si potrebbe obbiettare che in fondo anche le rocce del gruppo trondhjemita sono totalmente ricristallizzate ma non dimostrano una sensibile divergenza nella distribuzione molecolare alumo-alcalina. A questo proposito si dovrebbe ricordare non solo la diversa intensità dell'azione metamorfica da regione a regione, ma anche la diversa zona di profondità e il grado di fluidità complessiva imposto dalle concomitanti sollecitazioni meccaniche, fattori questi che si trovarono combinati con il chimismo originario in misura ben diversa per ogni singolo settore della massa leventinese. Che una possibile analogia in questo senso possa sussistere con le dovute limitazioni dettate dalle circostanze locali suddette, si potrebbe desumere ammettendo una diversione finale del ramo T rispetto alla media normale. Siamo però d'avviso che ciò non rientri nel nostro caso poichè è noto che l'intervento di milonitzazione parametamorfa produce una descrescenza tipica di alk solo in quanto Na_2O . Nelle varietà T, tipicamente sodiche e sottoposte a totale ricristallizzazione mesozonale, senza spiccate sollecitazioni meccaniche, sarebbe attendibile soltanto una minima decrescenza di alk, trovandosi questa al più già compensata dall'eventuale incremento di alk in quanto K_2O ; dunque è plausibile la

⁵⁾ Il collegamento con I, anzichè con VIa proposto nel diagramma di Fig. 1 (ramo T_2) sta perciò a indicare la prevalenza di questo ordine genetico, in sè, cioè oggettivamente — premetamorfo.

tendenza della variabilità alcalina in T verso un equilibrio assai poco discosto da quello originario. Con ciò resta pure eliminata l'interpretazione che ascrivesse la divergenza dei due rami Lgr e T nel diagramma suddetto soltanto a conseguenza del metamorfismo.

Resterebbe da discutere se l'attribuzione delle rocce intermedie (IV e IVa) ciascuna per ogni campo non potesse essere superflua, potendosi considerare ambedue le specie quarzodioritiche come prodotti della stessa differenziazione. Benchè ciò sembri contrastare con l'ubicazione stessa delle rocce, formanti zolle di inclusione autigena (2, p. 667) rispettivamente separate e ciascuna situata nel proprio campo, non si può ancora decidere sulla opportunità di simile accezione (cfr. sotto p. 737).

Possiamo per ora riassumere le osservazioni sulla variabilità alcalina nei diversi tipi di gneiss-granito Leventina costatando:

1º L'esistenza di due decorsi differenziativi distinti e persistenti al di là di qualsiasi modifica intrusiva o metamorfa; essi corrispondono rispettivamente alle varietà principali dei due gruppi Lgr e T.

2º Un notevole influsso del dinamometamorfismo meso-epizionale e meso-catazonale sulla costituzione chimico-mineralogica delle varietà estremali (settori di contatto), tanto più accentuato quanto più cresce la silicificazione e l'intensità rigenerativa. Due rami distinti in ambo i gruppi rispecchiano nel diagramma delle proporzioni alumo-alcaline il netto distacco delle varietà di copertura V e VIa nella preponderanza alcalina (potassica) propria delle facies marginali intrusive.

3º La convergenza di varietà silificate di diverso carattere attuale (III e IX) a seguito di modificazioni para- o postintrusive, al massimo parametamorfe.

2. Variabilità basica

Per la ricostruzione dei principali scambi molecolari avvenuti in determinate fasi genetiche, non possiamo a meno di considerare la parte svolta dalla frazione basica in dipendenza da quella alumo-alcalina testè vista. Risalendo così il corso della loro distribuzione nei minerali che vi fanno capo, sia pure in modo diretto o meno, si delineano chiari e distinti indirizzi, secondo i quali si stabilizzò la composizione mineralogica delle singole varietà.

Si possono infatti rintracciare le variazioni della componente basica non appena sia verificata la diseguaglianza $\text{al} < (\text{alk} + \text{c})$, poiché in tal caso l'interpretazione di altre grandezze molecolari dedotte dalle prime fondamentali riesce strettamente univoca⁶⁾.

Assodata detta diseguaglianza, il valore 2 alk dà la proporzione di al combinata con alk per formare molecole Kp (nefelina potassica) e Ne (nefelina), donde la proporzione di feldispato alcalino normativo. Analogamente in valore 2(al-alk) esprime la parte di al che combinata con c forma l'associazione Cal (calcio-aluminato) e dà la proporzione di anortite normativa, mentre la differenza (100-2 al) rappresenta i costituenti metallici restanti (c ed fm) non combinati con al e dà pertanto la proporzione dei componenti femici normativi. Disponendo cioè di sufficiente silice (si) i valori 2 alk, 2(al-alk) e (100-2 al) si adattano bene a dare un orientamento sulla variabilità della proporzione normativa feldispato alcalino: anortite: componenti femici.

Tabella 2

	varietà	(alk + c)	al	2 alk	2 (al - alk)	(100 - 2 al)
campo trondhjemítico	IV	38	33	30	36	34
	I	44	44,5	59	30	11
	II ₅	38	41	48	34	18
	T	40,5	44,5	53	36	11
	II ₄	41	45	53	38	9
campo leucogranítico	IX	46,5	45	64	26	10
	IVa	40,5	34,5	41	29	30
	IIIa	44,5	40,5	68	13	19
	VIa	43	40	72	8	20
	Lgr	46	45,5	87	4	9
T int. si Lgr „ „ „ „ „	III	44	46,5	72	21	7
	250	40	36	44	28	28
	250	42	36	48	24	28
	300	42	38	58	18	24

⁶⁾ Aderiamo in ciò al criterio analitico adottato da K. P. RODE per i calcoli relativi alla petrochimica del distretto porfirico luganese (13, p. 256 e 289). Che simile possibilità di calcolo sia applicabile anche alle rocce granitiche leventinesi è abbastanza evidente in quanto la facies metamorfica ad esse sovrapposta non ha cancellato i tratti fondamentali della originaria differenziazione magmatica (2, p. 606), ma soltanto modificato lievemente in alcune zone la composizione mineralogica.

Rientra appunto nei fini di questo scritto, rilevare le correlazioni chimico-mineralogiche che si manifestarono prima e durante questo periodo di rifacimento così intimamente legato all'orogene alpidico.

Nelle rocce leventinesi le varietà trondhjemite di tipo Cresciano (II) si associano a quella leucogranitica porfiroide di Biasca (III), nel soddisfare alla diseguaglianza inversa al $> (alk + c)$. Ciò potrebbe annullare il confronto con le rimanenti varietà d'ambò i gruppi, poichè a tale condizione 2 (al—alk) esprime in più anche la parte di c combinata con Mg e Fe per la formazione di Sp (spinello $MgAl_2O_4$) e Hz (ercinite $Fe''Al_2O_4$), molecole ideali di base realmente occorrenti e assorbite nella costituzione dei minerali titanite

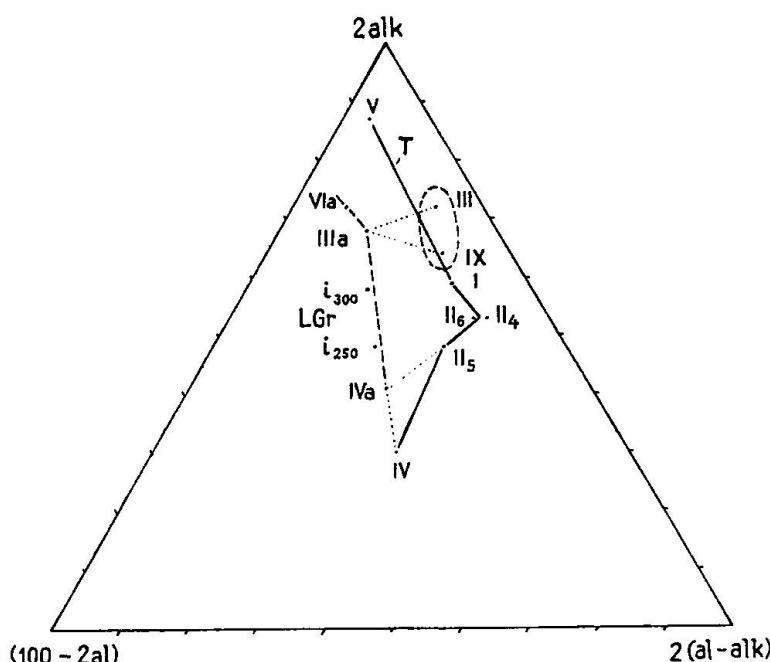


Fig. 2. Diagramma delle proporzioni normative feld. alcalino-anortite-melano-crati (tab. 2, p. 725)

T = trondhjemitico; LGr = leucogranitico; i = interpolati

e muscovite (2, p. 617 e 626)⁷⁾. In questo caso 2 (al—alk) non dà cioè la vera misura del tenore anortitico, così come (100—2 al) rappresenta soltanto l'eccesso di fm restante dopo la combinazione con a1. In generale la differenza dell'eccesso di a1 non risulta però di grande importanza (vedi tab. 2) e consente ancora un'avvicinamento delle proporzioni sopra dette, almeno nell'indicazione della tendenza differenziativa originaria, dalla quale i relativi valori mostrano di conseguenza una lieve deviazione.

⁷⁾ Questi minerali si rinvengono praticamente in notevole quantità; si confronti inoltre l'importanza della titanite, quale accessorio basico, nel calcolo delle varianti normative (l. c. e qui più sotto a pag. 742).

Nel diagramma (fig. 2) si ritrovano infatti due correnti opposte, ambedue orientate verso un crescente tenore di feldispato alcalino in pari tempo con l'aumento silicico; in ciascuna poi si alternano variamente le tendenze caratteristiche. Queste si riassumono: a) nella diminuzione di componenti femiche in relazione a costante tenore di anortite; b) nella diminuzione di anortite per tenore costante di componenti femiche⁸⁾.

Nel campo T per sopprimere alla diversione fra IV e I, cagionata dalle varietà II_{6.4}, abbiamo interpolato nel diagramma di differenziazione corrispondente (2, p. 602, fig. 53) un tipo per $si = 250$ (T 2, 5), il quale soddisfacendo alla diseguaglianza base è in grado di additarci il primo orientamento della tendenza differenziativa. Di qui, tenendo conto della virtuale posizione delle varietà II_{4.6}, possiamo ammettere senza difficoltà un decorso intermedio in cui domina la tendenza a) al centro e la tendenza b) agli estremi. Simile sviluppo è conforme alla distribuzione dei tipi Claro-Cresciano-Lo-drino, si dimostra però incerto nel tratto I—IX dove il diverso ambiente metamorfico e la posizione diametrale lasciano pensare alla possibile mancanza di un immediato collegamento genetico primario.

Nel campo Lgr si manifesta un andamento differenziativo opposto, cioè con predominio della tendenza b) nel passaggio da IVa (granito scuro di Personico) a IIIa (tipo porfiroide di Pollegio-Bodio) e a VIa (tipo scistoso laminare di Faido). Questa traiettoria è contrassegnata nondimeno da lieve ma costante deviazione e soprattutto dall'isolamento singolare della varietà III (tipo porfiroide di Biascastazione): ambedue le caratteristiche sono peraltro riferibili in parte all'azione metamorfica e in parte ad influssi pre-metamorfi. Per la deviazione generale del tronco IVa—VIa ci si può facilmente persuadere osservando il medesimo divario fra distretti granitici puramente magmatici ed altri analoghi modificati successivamente da metamorfismo.

In particolare la posizione delle varietà IIIa e VIa è interpretabile come effetto di intensificazione metamorfica-dislocativa a parità di chimismo iniziale allo stesso modo in cui si è visto per la variabilità alcalina. E ciò vien suffragato dalla

⁸⁾ Rileviamo fin d'ora come queste due tendenze operanti nel processo differenziativo iniziale coincidono esattamente con quelle individuate da K. P. RODE nel distretto luganese citato, per il quale è fuori discussione il carattere magmatico e l'immunità di ulteriore metamorfismo. Ciò convalida la nostra precedente tesi (2, 3) sull'origine altresì magmatica della massa gneiss-granitica della Leventina e della Riviera.

tipica neosecrezione di epidoto-zoisite quale minerale accessorio distintivo dell'impronta epizonale di VIa (2, p. 557—568), avvenuta per esempio, per reazione dell'acqua sull'anortite del plagioclasio oppure su di essa e sul feldispato alcalino simultaneamente⁹⁾, oltreché dalla conseguente maggiore acidità del plagioclasio (10—12 % An in VIa contro 23—25 % An in IIIa).

La stessa tendenza si ripercuote sull'eventuale passaggio da VIa e V, orientato peraltro secondo la traiettoria b): in questo caso però la nota diminuzione di c in seguito ad intensificata sollecitazione meccanica durante il metamorfismo deve aver ricalcato — senza segni particolari — il depauperamento di anortite comune a ogni stadio finale di differenziazione.

Ciò accennano l'assenza di titanite, la notevole acidità del plagioclasio (come in VIa) e la stessa diminuzione femica rappresentata dalla più forte esiguità del contenuto micaceo (a biotite prevalente) che mai si registri in tutto il territorio leventinese (2, p. 627). Infine non possiamo dimenticare a questo riguardo l'effetto di quelle altre influenze endogene locali, già postulate per la singolare accentuazione alcalina (cfr. p. 724).

Passando a considerare l'isolamento della varietà III di Biasca-Frodalunga si vede come esso debba rappresentare un caso particolare dell'evoluzione normale. Infatti se interpoliamo nel diagramma di differenziazione Lgr (2, p. 602, fig. 54) i valori molecolari corrispondenti a $si = 250$ ed $si = 300$ si ottengono due punti (Lgr 2 e 3) che cadono esattamente nella traiettoria b) dominante il passaggio IVa—IIIa. Ciò significa che nel decorso differenziativo del gruppo Lgr da IVa a IIIa non si manifesta altra tendenza se non dopo il superamento della silicificazione di IIIa—VIa (350); al più si potrebbe ammettere di ritrovare in future analisi varietà intermedie fra IVa e III in via diretta o come ramificazione secondaria dal tronco fondamentale, partenti p. es. da Lgr 2 o Lgr 3 con tendenza a). Simile ipotesi — per quanto plausibile — si dimostra tuttavia molto improbabile qualora si ricordino le circondanze particolari dell'ambiente marginale di III, già menzionate sopra (p. 720)

⁹⁾ Delle due genesi accenate dell'epidoto-zoisite riteniamo più conforme al caso della VIa la prima, registrandosi nella roccia una forte eccezione di biotite sulla muscovite (6:1, cfr. 2, p. 627); questa sarebbe assai poco probabile per la seconda reazione, in cui oltre a maggior quarzo si forma simultaneamente all'epidoto anche muscovite (cfr. 7, p. 537). D'altra parte l'idrossido di alluminio e la silice liberati nella prima reazione partecipano alla neoformazione di clorite, minerale altresì tipico della roccia VIa.

e responsabili di tanti altri importanti rifacimenti che incisero profondamente prima del metamorfismo principale. Il suo lieve aumento di anortite normativa rispetto a IIIa, varietà ad essa congenita, adiacente e trasformata secondo intensità e profondità analoghe, sta a richiamare l'arricchimento esogeno di elementi basici, di cui attestano l'esistenza inconfondibile abbondanti nuclei di zolle basiche e tutto il seguito di intercalazioni ivi disseminate. La posizione isolata della varietà III di Biasca-Frodalunga conferma perciò la genesi già prospettata per tutto il margine della massa leventinese in quella zona (2, p. 676—677), ne amplia e ne specifica i termini in relazione ai riflessi esercitati dagli apporti basici sul chimismo della stessa roccia granitica, involvente ancor oggi le tipiche inclusioni.

Commento analogo potrebbe suscitare la posizione della varietà IX (tipo pieghettato del Piottino) nonostante la sua apparente continuità differenziativa rispetto al tipo Claro (I). Si potrebbe cioè supporre che date le particolari contaminazioni o assimilazioni (cfr. p. 720) pre- o parametamorfe, il suo tenore anortitico possa ritenersi incrementato in seguito ad apporti od involuzioni esogene avvenute in misura ancora più abbondante che non in III e tali da sopraffare l'inevitabile diminuzione propria della retrocessione epizionale ivi presente — il tutto plausibilissimo pensando all'involucro di dolomia e calcescisti della fronte leventinese.

Senonchè altre coincidenze molecolari danno un aspetto particolare a questa roccia: la forte percentuale sodica (dove la primitiva attribuzione al gruppo T) si trova accompagnata da povertà di f_m simultaneamente al valore più elevato di m_g ($= 0,52$) che mai si riscontri nelle varietà leventinesi (media in T 0,40, in Lgr 0,35), inoltre alla considerevole saturazione silicica si affianca uno spiccato tenore di co_2 (16) e di h (18,70). Tutto quest'insieme presuppone o la venuta di soluzioni alcaline impregnanti e riducenti i valori iniziali di FeO ed MgO oppure la presenza di una roccia mista. Quest'ultima ipotesi è senza dubbio da scartarsi in base alle precedenti indagini petrografiche, onde è necessario ammettere che l'apporto di soluzioni alcaline a netta prevalenza sodica avvenne con incremento silicico, con sottrazione ferromagnesiaca e con parziale sostituzione idrica e carbonica. Si tratta perciò di fenomeni ben qualificati, esprimenti l'influenza di stadi tardointrusivi della primitiva attività magmatica, o, se si vuole, di processi autometamorfici sui prodotti della differenziazione (5, p. 79, 184, 289, 311 ecc.). E' evidente che simile

genesi infirma l'attinenza di IX al gruppo T, peraltro già sospettata dalla mancata continuità spaziale rispetto alle varietà tipiche della regione meridionale in cui si sviluppa T (cfr. sopra p. 720) ma essa rende altresì ragione delle posizioni isolate figuranti nella proporzione normativa sia basica che alcalina.

L'arricchimento anortitico di III e di IX senza accennare minimamente a una vera e propria basificazione del granito iniziale, che comporterebbe l'inevitabile aumento simultaneo di fm e di c, oltre alla diminuzione pure simultanea di si (l'inverso cioè di quanto si costata in dette varietà), rende plausibile l'ammissione della pertinenza iniziale di IX allo stesso gruppo di III, cioè a Lgr. Con ciò ne spiega pure l'allontanamento dal tronco fondamentale ad opera di modificazioni tardo-intrusive, che con ogni probabilità poterono esser ricalcate ma non cancellate nel successivo metamorfismo di dislocazione. Quindi allo stesso modo che per la varietà III, anche per IX non potremo ammettere una tendenza differenziativa di tipo a) direttamente da IVa a IX, e tanto meno una differenziazione in genere da I verso IX. Queste circondanze diventano significative anche nei riguardi del diagramma di variabilità alcalina (fig. 1) dove si notò una analoga convergenza fra III e IX: il rapporto alumo-alcalino di IX rivela infatti una diversione rispetto al ramo Lgr maggiore di quella accennata da III, grazie appunto all'incremento sodico tardo-intrusivo, successivamente diminuito durante il rifacimento dislocativo.

Rispetto al ramo T lo stesso valore proporzionale riafferma per la IX un apporto sodico, giacchè a perfetta parità di k con le varietà trondhjemite (k = 0,25) e con uguale tenore d'allumina esso senz'altro raddoppia nel legame feldispatico (cfr. tab. 1).

Dopo tutto ciò la posizione affatto singolare del tipo Preonzo (V) nel diagramma 2 richiede ancora qualche appunto. Il tono estremamente alcalino lo separa infatti anche dai termini più acidi di una normale differenziazione granitica o perfino granofirica (cfr. 13, p. 291). Per quanto in teoria sia ammissibile una ripresa della differenziazione fra le varietà IIIa—IVa e V con tendenza a), inversa rispetto alla precedente dominante b) — come avviene ad esempio tra i granofiri normali e quelli aplitici del distretto luganese (13, p. 291) — si deve pur riconoscere che un collegamento naturale manca realmente fra queste varietà. Si constatano solo passaggi fra III (tipo porfirole in genere) ed I e Ia nel dorso meridionale, passaggi d'altra parte ben diversi dalle forme di continuità che si osservano fra IIIa-III-VIa-VII-VIII (e persino IX) nei

settori di contatto della regione centro-settentrionale (cfr. 2, tavole, grafiche VI*, VIII*, VIII*).

D'altra parte l'immediato contatto con le varietà Ia ed I (Claro) per tutta l'estensione cupolare su cui la V si dispiega, addita insistentemente una correlazione genetica primaria, per quanto possa stimarsi estranea ad una vera e propria differenziazione in situ. Comunque se ciò fosse plausibile non contrasterebbe certo con l'esistenza di una tendenza b) da I verso V, in perfetta analogia a quella dominante nella segregazione di tutti i distretti granitici adiacenti, nonchè nella stessa evoluzione del gruppo Lgr.

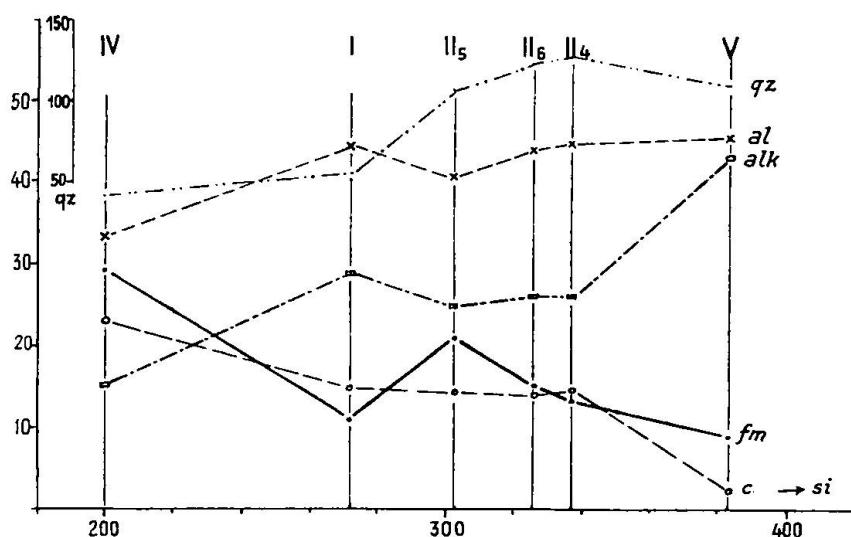


Fig. 3. La differenziazione nelle varietà meridionali trondhjemite (dati in 2, p. 600)

Simile legame non mancherebbe inoltre di coincidere con la nota alcalizzazione riscontrata in precedenza (v. p. 719). Se poi si obietta che l'omissione iniziale del quarzo insita nel diagramma della variabilità basica femica (fig. 2) dà una visuale delle tendenze differenziativa un po' deformata per un ambito come questo di forte silicificazione, giova guardare la continuità degli incrementi e delle diminuzioni molecolari direttamente fra le varietà IV - I - II - V (fig. 3), dalla quale evade con sufficiente chiarezza la reale possibilità di un immediato legame genetico primario. Ammessa l'esistenza di questa possibilità resta implicita la pertinenza del tipo Preonzo (V) al gruppo genetico meridionale della massa Leventina.

Si vedrà più tardi (p. 750) se questa deduzione collimi con l'evoluzione generale; per ora concludiamo le osservazioni sulla varietà basica asserendo:

1º Esistono due decorsi differenziativi distinti, in corrispondenza ai due gruppi granitici Lgr e T; ambedue persistono oltre il normale metamorfismo dell'orogene alpidico.

2º Ciascuno di essi è dominato da una tendenza differenziativa inversa

- a) diminuzione di componenti normative femiche in rapporto a costante tenore di anortite nel campo T (sodico).
- b) diminuzione di anortite normativa per tenore costante di componenti femiche nel campo Lgr (potassico).

La tendenza b) è costantemente unica nel campo Lgr; nel campo T può essersi invece manifestata in misura subordinata prima o a fianco della dominante a).

3º L'azione del metamorfismo di dislocazione provoca in dette tendenze lievi ma continue deviazioni, che si accentuano quanto più intenso è il grado di ricristallizzazione.

4º L'isolamento singolare di varietà marginali silicificate (III e IX) in ordine alle proporzioni basiche normative conferma l'esistenza in ambedue di modificazioni intrinseche, antecedenti al dinamometamorfismo alpidico e parimenti estranee al decorso differenziativo principale.

5º E' possibile ammettere sulla scorta delle proporzioni normative basiche ed alumo-alcaline che in seguito alle predette modificazioni la roccia originaria della varietà estremale IX (laminare pieghettata del Piottino), non possa venir senz'altro attribuita al gruppo rappresentato dal suo chimismo attuale (sodico), partecipando altri caratteri chimico-mineralogici che ne consentono una attribuzione inversa, specie in relazione alla completa evoluzione geotettonica.

6º Viceversa la posizione della varietà V (grano-tabulare di tipo Preonzo) secondo la variabilità basica ed alcalina postula necessari legami genetici verso il complesso granitico meridionale della massa Lev. (T), pur restando chimicamente legata al campo Lgr (potassico).

3. Coesistenza dei feldispati e differenziazione

Analizzate le principali variazioni basiche ed alcaline ciascuna in relazione particolare con l'allumina, è ora necessario valutare complessivamente la condotta simultanea delle molecole feldispatiche, onde conoscere la specie della loro parogenesi, indispensabile per lo studio della genesi generale, nonchè della relativa coordinazione sistematica.

Le grandezze molecolari che meglio si adattano ad esprimere le relazioni immediate fra la composizione chimica dei feldispatti e il chimismo della roccia corrispondente sono i valori Kp, Ne e Cal delle basi molecolari di NIGGLI, valori che stanno fra loro in ugual rapporto molecolare come il miscuglio proporzionale Or:Ab:An. Ne segue che nel caso in cui gli elementi K, Na e Al non entrano nella composizione di altri componenti secondari, il punto del chimismo della roccia indicante il rapporto Kp:Ne:Cal cade sulla retta di coesistenza fra la media del feldispatio alcalino e la media del plagioclasio della roccia (cfr. 10, p. 188).

Adoperando tali grandezze per determinare in modo approssimativo il tenore alcalino da distribuirsi tra il feldispatio alcalino e le miche per le rocce leventinesi (2, p. 618—620) si è visto quanto influisca l'esatta conoscenza della basicità del plagioclasio e la preliminare deduzione di Cal legata all'accessore titanite. Che simile labilità sia aumentata in queste rocce a seguito delle migrazioni intramolecolari prodotte in facies mesozonale è molto attendibile dopo quanto abbiamo esposto sopra. Nondimeno si può constatare come pur correggendo il valore alcalino k* per la parte dovuta alle miche (in particolare alla neoformazione di muscovite) le rette di coesistenza tra feld. alc. e plagioclasio nel diagramma Kp-Ne-Cal (2, p. 618) figurino assai poco inclinate e convergano distintamente verso l'ambito in cui si agglomerano le composizioni più frequenti dei feldispatti alcalini. Ambedue le circostanze confermano quindi per le varietà leventinesi l'andamento tipico della coesistenza feldispatica propria delle rocce della serie alcali-calcica (cfr. 10, fig. 5, p. 189).

L'azione metamorfica ha tuttavia menomato la tendenza delle rocce eruttive originarie secondo cui alla decrescenza di k corrisponde un incremento del tenore anortitico nei plagioclasi, e ciò già nei tipi di univoca pertinenza chimica e genetica.

Varietà	III	IIIa	VIa	V	IX	II ₅	II ₄	II ₆	I
k	0,56	0,49	0,49	0,25	0,25	0,28	0,24	0,23	0,18
% An	23-25	23-25	10-12	10	25-27	25-30	25	25	25
	Lgr					T			

Così nella diminuzione di An in VIa parallela a quella di k si è già relevato l'intervento della retrocessione metamorfica (cfr. p. 722 e 728); allo stesso modo si può riferire a intensa e totale rigenerazione la persistenza anortitica nel tipo Claro (I) pur de-

crescendo k. Notiamo ancora i valori caratteristici di V e di IX rispettivamente simbolici riguardo alla connessione chimica originaria.

Questi cenni sono sufficienti per additare la seria difficoltà che si oppone alla ricerca degli influssi della cristallizzazione del componente secondario biotite sulla primitiva coesistenza feldispato alc. e plagioclasio. Tuttavia anche trattando la stessa indagine sulla base di un granito o di una granodiorite non metamorfosati, le variazioni di simile coesistenza sono di scarsa entità specie in proporzione all'aumento di acidità nel plagioclasio.

Nonostante questa limitazione, il contributo delle molecole di Cal (calcio-aluminato) alla costituzione del feldispato alcalino, contenuto nel valore $\pi = \text{Cal}/(\text{Kp} + \text{Ne} + \text{Cal})$, può esprimere una certa regolarità delle variazioni relative se combinato con il tenore potassico k della roccia (2, p. 623). Infatti dal diagramma così costruito (2, p. 604, fig. 56) si rilevò già una diversa distribuzione degli elementi K, Na, Ca a seconda del tono alcalino e la tendenza delle varietà estreme I e V a spostarsi verso il vertice sodico Na, cioè a realizzare la rispettiva concentrazione alcalina isolatamente nel feldispato alcalino o nel plagioclasio.

Questi accenni oltre a confermare la disparità iniziale dei due gruppe chimici presenti nella stessa massa leventinese, avvertono sempre più la situazione singolare di dette varietà I e V che affiancate l'una all'altra in tutta la cupola meridionale nonostante il netto antagonismo alcalino celano la necessità di un legame genetico più profondo. E' da ricordare che la prevalenza

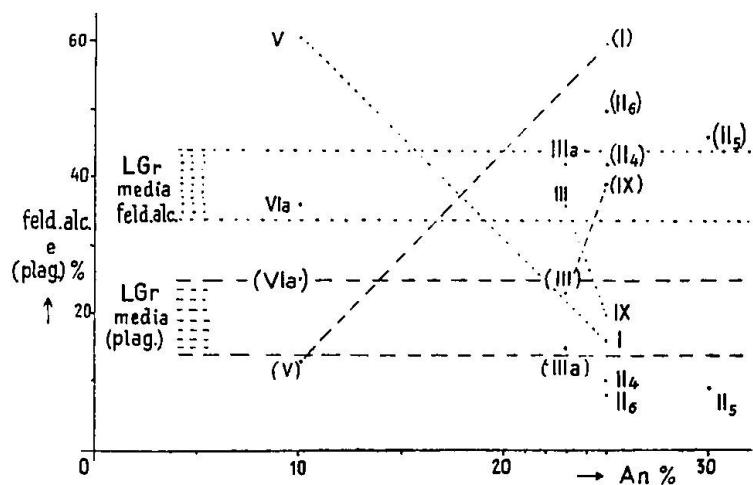


Fig. 4. Percentuali quantitative dei feldispazi in relazione alla basicità del plagioclasio (dati allo stato metamorfico, cfr. 2, p. 627)

quantitativa dei due feldispati raggiunge in esse i massimi valori — assoluti e relativi — riscontrati in tutte le varietà di gn.-gr. Lev. (2, p. 630—31) e che essa segna pertanto l'approssimarsi dei limiti della loro coesistenza. Il tenore micaceo primario (biotite e probabilmente sola) e secondario (biotite e muscovite di metamorfismo) ha tuttavia notevolmente influito sulla diminuzione delle molecole feldispatiche quanto più si passa dalla periferia al nucleo centrale della massa (2, p. 629), cosicchè nelle varietà del nucleo meridionale (II, tipo Cresciano) la coesistenza quantitativa dei due feldispati risulta ridotta alle minime possibilità. Ciò è però dovuto ad intenso scambio molecolare di mesozona e simula soltanto rapporti iniziali di coesistenza, che più facilmente si intravedono dove la ricristallizzazione fu minore (per esempio nella var. porfiroide massiccia di Bodio, IIIa) o dove le miche scarseggiano (var. meridionali estreme I, Ia, V). Nel piccolo diagramma mostrante il rapporto esistente fra la percentuale quantitativa di ciascun feldispati e la percentuale anortitica (vedi fig. 4) rileviamo infatti la tipica inversione di I e V in seguito all'aumento di An, da ascriversi essenzialmente a disposizione primaria (Cal!), dato lo scarso contributo feldispatico alla formazione delle miche. In generale si nota come ad eccezione delle varietà estreme I e V, le varietà tipiche di ambedue i gruppi si raccolgono intorno a un chiaro e costante equilibrio di coesistenza quantitativa dei feldispati, indipendentemente dalla basicità del plagioclasio; soltanto la varietà IX (pieghettata laminare del Piottino) assume valori intermedi, discosti sia dall'uno che dall'altro gruppo. Quest'ultima circostanza rispecchia in modo evidente le coincidenze già segnalate a proposito della primitiva attinenza chimica della varietà IX al gruppo Lgr (cfr. p. 730).

Della prerogativa feldispatica nelle varietà I e V ci si può ancor meglio convincere quando si passi a considerare la loro situazione nel diagramma Q—L—M della completa proporzionalità molecolare di base, corredata dei campi di cristallizzazione dei principali minerali componenti, (NIGGLI, 9, p. 645)¹⁰⁾. Per quanto si tratti di una rappresentazione teorico schematica si constata nuovamente il netto distacco di I e V dai due rami differenziativi propri di ogni gruppo (vedi fig. 5). La forte alcalizza-

¹⁰⁾ Questa applicazione alle rocce leventinesi metamorfite risulta abbastanza plausibile dopo quanto abbiamo esposto in precedenza circa gli effetti del dinamo-metamorfismo sui caratteri chimici del decorso differenziativo primario.

zione avvertita in V postula una analoga — per quanto forse meno intensa — influenza anche in I : nella prima sotto forma prevalentemente potassica, nella seconda in senso uguale o diverso (sodico), e ciò si è realmente attuato. Essendosi poi ambedue gli accenti fissati nel legame aluminico e calcio-aluminico a seconda del momento più o meno residuale della differenziazione, risulta ora evidente l'accumulo dei rispettivi componenti feldispatici, onde proprio in queste varietà ritroviamo la massima concentrazione feldispatica, conciliabile con i rapporti di coesistenza.

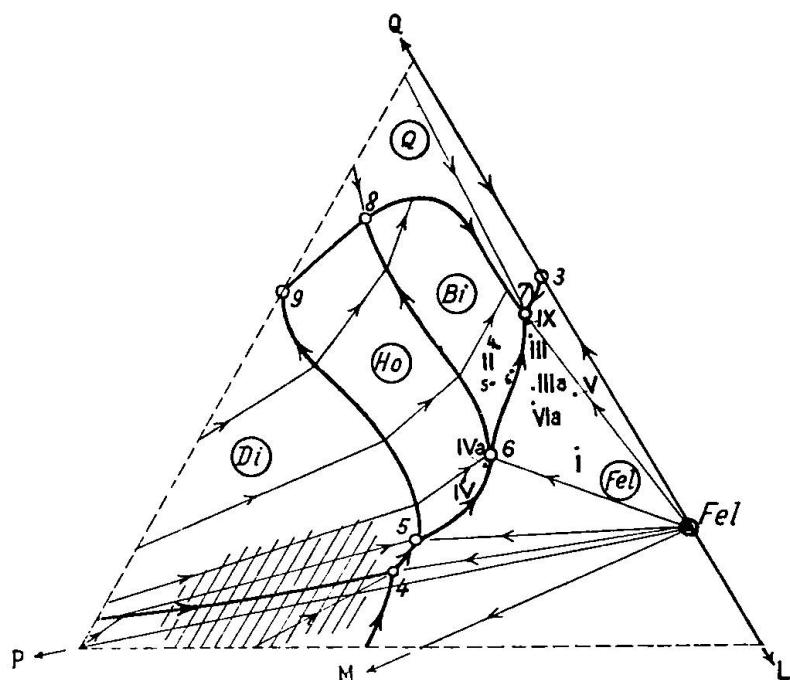


Fig. 5. La proporzionalità molecolare di base nel diagramma di equilibrio Q-L-M (dati in 2, p. 617)

La loro posizione isolata nel campo di cristallizzazione dei feldspati e abbastanza lungi dalla traiettoria peritecticale 5—6—7 conferma il carattere differenziativo primario loro attribuito, come termini di segregazione residuale passante da netta separazione dell'eccesso potassico (V, al tetto) alla graduale stabilizzazione sodica (I) che culmina poi nella massa della cupola nucleare (II, tipo Cresciano) (cfr. 2, tavole).

In altre parole le due varietà estremali I e V presentano due tipi particolari appartenenti al medesimo complesso genetico meridionale, quali prodotti del frazionamento laterale ad eccesso alcalino, successivamente distinti secondo il tono

potassico e sodico. Che di fatto il tronco principale della differenziazione si sviluppi normalmente sul fianco sinistro della curva peritetticale risulta assai chiaro nel diagramma fig. 5, dove la posizione dei termini intermedi (IV) e acidi (II) cade — coerentemente alla composizione mineralogica osservata — nei campi di cristallizzazione dell'orneblenda e della biotite. Esso tende peraltro verso il punto eutectico finale 7, in pieno accordo con la traiettoria di cristallizzazione dei magmi della serie alcali-calcica. Tenendo conto dei rapporti quantitativi feldispato-micacei attuali non sarebbe troppo arrischiato pensare ad alcuni possibili caratteri della composizione mineralogica del granito premetamorfo, in particolare sulla presenza più o meno limitata di biotite o forse anche di muscovite primaria, specialmente nelle varietà I e V; su ciò però ritorniamo fra breve (cfr. p. 739).

Per il gruppo delle varietà leucogranitiche delle regioni centro-settentrionali leventinesi (IVa—IIIa—Vla ecc.) non è difficile constatare un tronco differenziativo parallelo ma distinto dal precedente e altresì scendente verso lo stesso termine eutecticale 7. Il suo decorso svolgentesi principalmente nella parte superiore del campo di cristallizzazione dei feldispatti corrisponde alla tipica preponderanza potassica.

Quanto alla posizione di IX coincidente coll'eutectico 7 e a quella di III abbastanza discosta dalla fondamentale IIIa risulta chiaro l'influsso delle modificazioni discusse in precedenza; comunque il loro avvicinamento lascia arguire la plausibilità di uno stretto legame primario così come postulato (cfr. p. 720 e 729).

Resta da esaminare l'indipendenza o meno delle varietà scure (IV e IVa) da un decorso differenziativo comune, sia pure parziale. Ora il diagramma Q—L—M si associa a tutti i precedenti nell'attestare la vicinanza e il collegamento univoco e isorientato delle reciproche tendenze, onde ci vediamo indotti ad ammettere anche una continuità genetica primaria quale ragione di siffatta coincidenza¹¹⁾. A ciò si ricollega però un altro serio quesito: i due tronchi differenziativi principali sono singenetici, quasi come decorsi diversi di reciproca compensazione dell'equilibrio fisico-chimico, oppure rappresentano due fasi, due sensi differenziativi distinti in tempo e spazio e perciò indipendenti anche in sede genetica?

In altri termini, vista la concomitanza singenetica di varietà

¹¹⁾ Ricordiamo che la varietà IVa sebbene immersa completamente nella IIIa subentra proprio sul fronte nord della cupola sodica (var. II) (2, tavole) per cui non sarebbe estraneo un nesso diretto con la genesi del complesso granitico meridionale ad essa corrispondente.

estreme sodiche e potassiche nel medesimo complesso granitico meridionale a prevalenza sodica, si devono considerare le varietà leuco-granitiche della regione centro-settentrionale come il risultato di una differenziazione congenita a quella di detto complesso oppure di un altro a se stante e precedentemente costituitosi? E in tal caso sotto quali rapporti vicendevoli?

Nelle note a commento dei rapporti chimico-mineralogici (2, p. 631—34) abbiamo interpretato la possibilità di diversi scatti della cristallizzazione primaria come prodotti della miscibilità dei flussi magmatici sodici e potassici ad alta temperatura, non solo per il granito della regione meridionale, ma per tutta la massa leventinese. Osservando più accuratamente le forme di transizione che inducono a tale ipotesi, si rileva infatti una forte somiglianza. Nel complesso meridionale la separazione dei due tipi estremi I e V non avviene bruscamente ma è preceduta e accompagnata da molteplici intrecci della varietà intermedia Ia (anch'essa a tono potassico) con I (cfr. 2, p. 506—520) sotto forma di letti subparallelî più o meno ondulanti ma sempre nettamente distinti. Nelle transizioni fra le varietà sodiche e potassiche del settore interno di Iragna-Personico è caratteristica una innegabile fluidità di indiscutibile carattere primario o paraprimario già ampiamente illustrato (2, fot. p. 477—479).

Esiste dunque analogia di fenomeni esterni e interni, ma non è pertanto necessario ammettere simultaneità genetica, specialmente quando — come nel nostro caso — tutta la massa attraversò un periodo di rifacimento durante il quale non è da escludersi la possibilità di un ripetersi di fenomeni analoghi ai precedenti.

Come si vede la soluzione del quesito sopra esposto non può venir raggiunta soltanto con la discussione dei risultati analitico-normativi, sia pure messi in relazione alle diverse facies locali di metamorfismo: a questo punto intervengono fondamentali considerazioni d'ordine geo-tettonico che solo in armonia con quanto precede possono avviare verso una risposta soddisfacente. Di ciò però diremo più tardi; qui fissiamo i punti più importanti testè visti:

1º I rapporti di coesistenza qualitativa e quantitativa dei feldispati (feld. alc. e plagioclasio) nelle varietà dello gneiss-granito Leventina uguagliano quelli delle rocce acide della serie alcali-calcica.

2º Mentre le varietà tipiche dei due gruppi chimici Lgr e T riproducono nel loro insieme un costante equilibrio di coesistenza quantitativa, indipendentemente dalla basicità variabile del plagioclasio e dalla facies metamorfica locale, le varietà estremali I, V e IX presentano singolari rapporti quantitativi dei due feldispati.

3º La massima concentrazione di singoli feldispati, compatibile con il rispettivo decorso di differenziazione primaria, si verifica nelle varietà estreme I e V della cupola meridionale. Le stesse risultano come prodotti laterali del frazionamento gravitativo dei cristalli dal medesimo flusso magmatico, e distinti soltanto secondo l'eccesso alcalino, che ne determina poi, al di là del metamorfismo, la diversa pertinenza al gruppo di classificazione chimica. Ciò rende altresì ragione della concomitanza singenetica fra loro esistente, e risolventesi in momenti singolari della differenziazione del complesso granitico meridionale della Riviera.

4º Da quest'ultimo si distingue nettamente il complesso granitico centro-settentrionale (Bassa e Media Leventina), sia in ordine alla coesistenza qualitativa e quantitativa dei feldispati, sia per il decorso principale di differenziazione.

5º Resta aperto il problema di una differenziazione congenita e simultanea dei due complessi granitici oppure di una loro separata, successiva e indipendente genesi primaria, e, nel secondo caso, sotto quali rapporti ambientali.

4. Variabilità del tenore micaceo e caratteri del granito primitivo

La distribuzione quantitativa dei feldispati esprime non solo le loro possibilità iniziali di coesistenza ma anche la variazione del tenore delle miche sia allo stato attuale di rocce metamorfe sia a quello originario di rocce granitiche primarie (edotto). Oltre a ciò i caratteri distintivi delle miche, tanto mineralogici che chimici, rivestono un significato più importante nella interpretazione e valutazione dei calcoli normativi che conducono alla ricostruzione mineralogica di ciascun stato a seconda della esistente disponibilità chimica.

Esaminando le varianti normative e i rapporti minerogenetici delle specie leventinesi allo stato metamorfo (2, p. 616—639) si sono già avvertiti i capisaldi dell'equilibrio micaceo imperniantisi nel rapporto melanocrata F/S, nel chimismo costitutivo delle miche stesse e nel contributo del gruppo di molecole feldispatiche alla loro generazione (2, p. 628—629). Si tratta ora di approfondire lo studio di queste relazioni minerogenetiche onde passare automaticamente alla conoscenza dei caratteri dei graniti primitivi.

Iniziando dal contributo feldispatico alla rigenerazione delle miche (biotite e muscovite), il quale meglio si riallaccia all'ordine di idee esposte poco fa, un nuovo ragguaglio si delinea

facilmente osservando la variazione dell'indice C_n — (ossia la percentuale di calio-nefelina ceduta alle miche in proporzione alla disponibilità totale della roccia) — in rapporto all'aumento del contenuto melanocrata M , che condiziona la formazione di biotite. (Cfr. tabella 3 e fig. 6; $C_n = \frac{(Kp + Ne) \text{ miche}}{(Kp + Ne) \text{ roccia}} \cdot 100$).

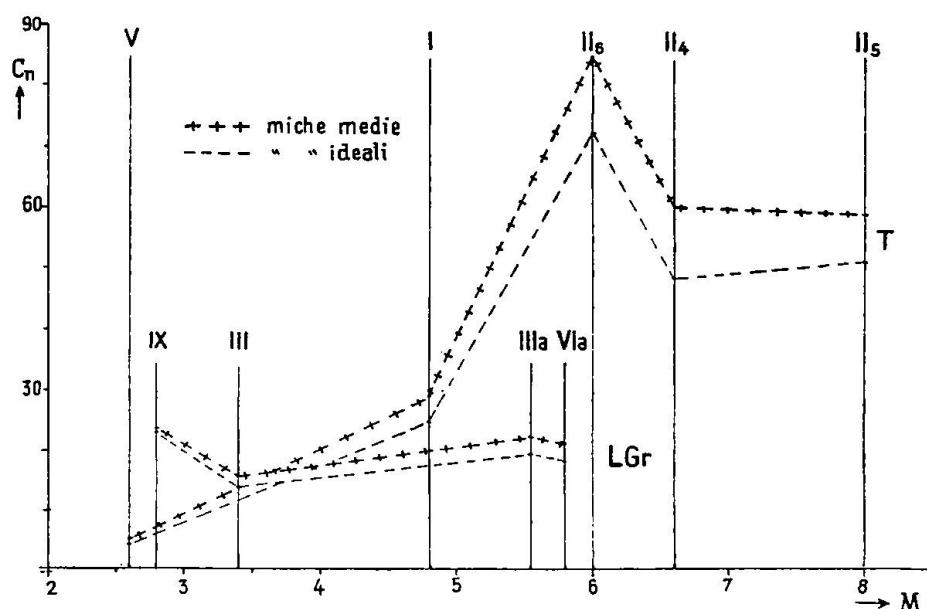


Fig. 6. La variazione dell'indice C_n nei due gruppi T e LGr
(dati nella tabella qui sotto)

Tabella 3

Varietà	T					Lgr				
	V	I	II ₄	II ₅	II ₆	III	IIIa*	VIa*	IX*	
$\Sigma \% \text{ di}$ (Bi + Ms)	i	4,7	9,0	17,3	16,7	14,5	8,7	17,0	13,7	8,7
	m	4,8	9,3	18,8	16,7	14,8	9,0	17,2	13,7	8,9
Bi : Ms	i	3 : 1	8 : 3	2 : 3	9 : 4	11 : 8	8 : 13	7 : 3	8 : 3	9 : 7
	m	9 : 1	6 : 1	10 : 17	17 : 4	5 : 3	7 : 13	5 : 3	6 : 1	11 : 7
C _n	i	4,5	24,8	48,5	51,3	72	13,3	19,8	18,8	23,8
	m	5,2	29,4	60,0	58,9	85	15,8	22,6	21,4	24,5

*) Varietà in cui si è tenuto conto della titanite come accessorio; i = miche di composizione ideale; m = miche di composizione media per rocce metamorfiche (cfr. 2, p. 622).

Nella netta distinzione dei due gruppi T e LGr si afferma altresì l'attinenza delle varietà estremali V e IX (Preonzo e Piottino) ai

rispettivi complessi granitici meridionale e settentrionale, così come è stato dedotto sopra (cfr. p. 732). L'importo di detto indice C_n segna poi valori caratteristici per l'intensità dell'azione metamorfica, in quanto ravvicina varietà opposte sia rispetto a questa che al chimismo generale e ai rapporti quantitativi dei feldispati. Così le varietà I (Claro, T) e IIIa (Bodio, Lgr) rispettivamente con $C_n = 25$ e 21 % (medio), nonché con valori M dello stesso ordine di grandezza, presentano una inversione tipica della quantità di plagioclasio e feldispati alcalino che solo può esser compensata dall'inverso tenore di mica e di quarzo, così come realmente si costata. Tuttavia preso in sè, il caso particolare della roccia I di Claro, per quanto rappresentativo di una varietà abbastanza diffusa nella Riviera, serve solo a collegare le tipiche varietà trondhjemiteche II_{4,5,6}, con la singolarissima varietà di copertura V (Preonzo). Infatti il graduale aumento di detto indice C_n di pari passo con la crescente concentrazione melanocrata, conferma nel gruppo T una perfetta continuità genetica fin oltre al metamorfismo. Analogamente la media spiccata di $C_n = 20\%$ per le varietà leucogranitiche Lgr congloba senza difficoltà anche l'estrema settentrionale IX (Piottino), distinta dalla III di Biasca per l'inverso quantitativo dei feldispati e l'inverso rapporto delle miche.

In generale le variazioni del contributo di molecole (Kp + Ne) riflette la preponderanza dell'uno o dell'altro feldispati nella composizione mineralogica (il rapporto $C_n/Bi + Ms$) è per T doppio di Lgr [1—1,2]), indipendentemente però dalla variazione della somma totale delle miche, che tende in ogni gruppo ai valori massimi per l'aumento di M. Si può aggiungere, che la rispettiva media di C_n (in T circa 60 %, in Lgr ca. 20 %) non risente dell'inversione del rapporto Bi:Ms (p. es. IIIa e VIa, II₄ e II₅) e rappresenta quindi una costante abbastanza tipica di ciascun gruppo granitico. Per contro la diversa composizione chimica delle miche (ideale o media) si ripercuote su C_n in ragione diretta al tenore complessivo (Bi + Ms). Essendo quest'ultimo maggiore nel gruppo T risulta evidente il più stretto legame della muscovite alla variabilità micacea in genere, e di qui pure gli scarti più marcati di C_n dalla media comune. I diagrammi (fig. 6, 7, 8) completano e illustrano meglio questi accenni principali.

Si deve ancora rilevare che la deduzione preliminare della titanite provoca un sensibile aumento del tenore micaceo in generale e della muscovite in particolare (2, p. 626) causando talvolta anche inversioni notevoli nei rapporti Bi:Ms, e ciò qua-

lunque sia il feldispato dominante¹²⁾). Nel gruppo T la sua presenza attuale sotto forma di piccoli agglomerati microgranulari simultanea a maggiori quantità di rutilo (quest'ultimo disseminato in piccoli aghi inclusi nella biotite, cfr. 2, p. 466) potrebbe ritenersi quasi trascurabile, sussistendo buona coincidenza delle varianti normative calcolate senza la sua deduzione, con la reale composizione attuale. Crediamo nondimeno che la presenza della titanite anche nelle varietà II del gruppo T non sia trascurabile a tal punto da potersene tralasciare la preliminare deduzione nel calcolo normativo, specialmente dinanzi alle oscillazioni che ne derivano sugli spostamenti quantitativi delle miche. Ciò apparirà ancora più plausibile non appena si vedranno le variazioni allo stato premetamorfo o al massimo parametamorfo (v. sotto p. 750).

Allo stesso modo rileviamo che nelle varianti normative di mesozona la deduzione iniziale di magnetite (realmente frequente) provoca una riduzione del tenore di biotite; qui però l'ordine di grandezza è inferiore agli scarti prodotti dalla presenza o meno di titanite, per cui si può non tenerne conto.

Il forte contenuto di muscovite che caratterizza le varietà meridionali della massa Leventina in modo singolarissimo, specie nei confronti delle rimanenti varietà più settentrionali, giusti-

¹²⁾ Oltre agli esempi riportati nella tabella VII, pag. 627 del precedente studio (2) ecco qualche altro esempio illustrativo in seno alla stessa varietà trondhjemita II:

	Variazione dei rapporti micacei nel gruppo T			
	senza titanite	con titanite	(Bi : Ms)	(Bi + Ms)
II ₄	i 2:3	17,3	10:17	21,1
	m 10:17	18,8	1:2	22,8
II ₅	i 9:4	16,7	16:13	23,2
	m 17:4	16,7	10:7	23,8
II ₆	i 11:8	14,55	8:9	18,8
	m 5:3	14,8	8:9	19,7

Simili sbalzi nel tenore delle miche dovuti essenzialmente a forte incremento di muscovite, non sorprendono affatto quando si pensa ai nidi e ai letti in cui si accumula tanta mica oltre alla normale distribuzione fra il quarzo e i feldispati. L'aspetto caratteristico delle varietà trondhjemite di Cresciano e Osogna (Riviera), così singolare e diverso da qualsiasi altro ortogneiss della regione alpina è dato appunto da questi accumuli straordinari di muscovite, che giustamente si ritrovano nel calcolo normativo quando si tenga conto anche della titanite, sia pure quale accessorio.

fica alcune riserve sulla natura della roccia, prima o al più durante il metamorfismo. Infatti ben di rado si rinviengono rocce granitiche con così forti percentuali di muscovite anche se allo stato di ortogneiss. La supposizione che la primitiva specie rocciosa abbia predisposto in un modo o nell'altro simili quantitativi micacei, e particolarmente muscovitici, si impone più insistentemente dopochè si è visto nel nostro precedente studio come lo gneiss-granito Leventina non possa rientrare nell'orbita di un presunto fronte migmatico alpino (2, p. 685—695 e 3, p. 82—83) mentre rispecchia senza dubbio le impronte dello stesso ciclo orogenico alpino quale roccia dinamometamorfa di varia intensità zonale. Di qui sorge il bisogno di ricercare quali furono i primitivi caratteri dei graniti che costituiscono l'odierna massa gneiss-granitica.

Dal punto di vista mineralogico si accennò già ad alcuni tratti suscettibili di riferimento all'ambiente premetamorfo (2, p. 631—34; 657—84); vediamo ora se è possibile identifierli meglio sulla base di una più approfondita elaborazione normativa.

La variabilità del tenore micaceo con tutte le sue diversioni interne ad ogni varietà apre la via a queste indagini. Infatti premesse le modalità del metamorfismo quali sono state individuate come realmente occorrenti nelle rocce in parola (2, p. 657 e segg.), il passaggio

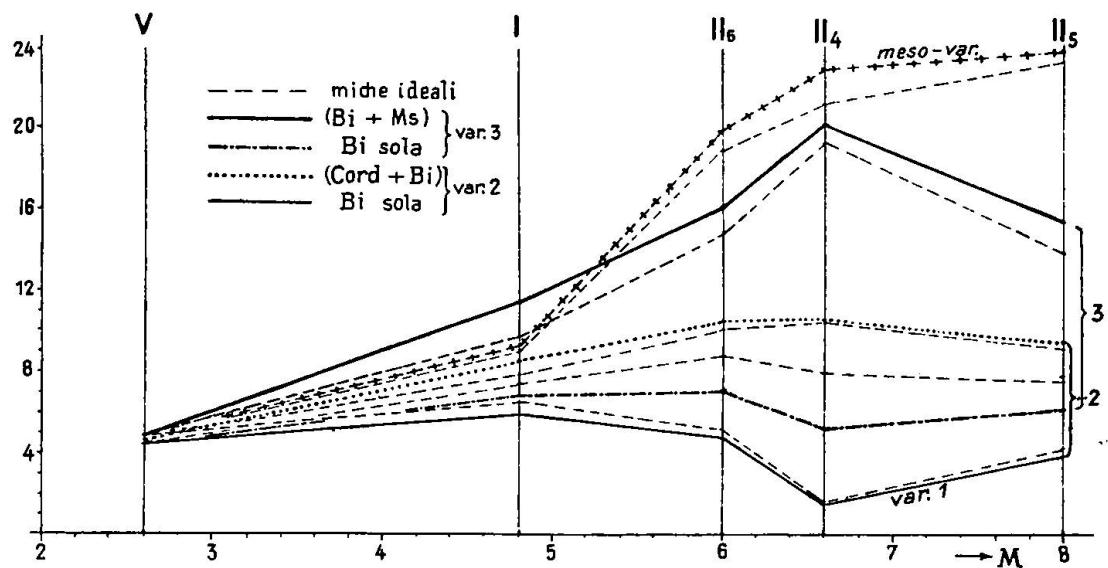


Fig. 7. Quantità delle miche allo stato metamorfo e pre-metamorfo (event. autometamorfo) del granito originario della regione meridionale (Riviera). Dati delle varianti normative metamorfiche (meso-varianti) in 2, p. 627 e tabella della nota 12 di p. 742; dati delle varianti intrusive 1, 2 e 3 in tabella 4, p. 748—49

dalle molecole ideali di base o dai minerali di catanorma ai minerali dello stato di cristallizzazione primaria (premetamorfa o al massimo parametamorfa, e in quest'ultimo caso autometamorfa) è raggiungibile con il calcolo di una variante normativa ad esso conforme, ossia che non tenga conto delle condizioni di detto metamorfismo. E' questa una astrazione che tuttavia non si può escluder sia esistita come realtà possibile a suo tempo.

Sarà dunque sufficiente calcolare una variante che si confaccia alle esigenze del chimismo generale della roccia — restato imminutato attraverso la rigenerazione metamorfica — e astraendo dalle attuali condizioni di distribuzione dei minerali risalire alla composizione originaria. Come per la ricostruzione della roccia metamorfa furono inevitabili delle ipotesi circa la costituzione chimica dei singoli minerali, non disponendosi di loro individuale analisi chimica, così pure in questo caso è indispensabile porre qualche premessa iniziale e verificarne in seguito la reale possibilità. Nonostante il diverso gruppo magmatico cui sono riferibili le varietà meridionali e settentrionali si può ammettere come prima ipotesi generica che i graniti primitivi siano stati semplicemente dei graniti feldispatici a sola biotite. Ciò si appoggia al fatto che solo nella varietà II si riscontra una prevalenza di muscovite sulla biotite; in generale avviene il contrario. E' dunque possibile calcolare una variante per sola biotite ed osservare quali modifiche rispetto all'attuale composizione possono derivarne nei rapporti genetici (8, p. 310—315).

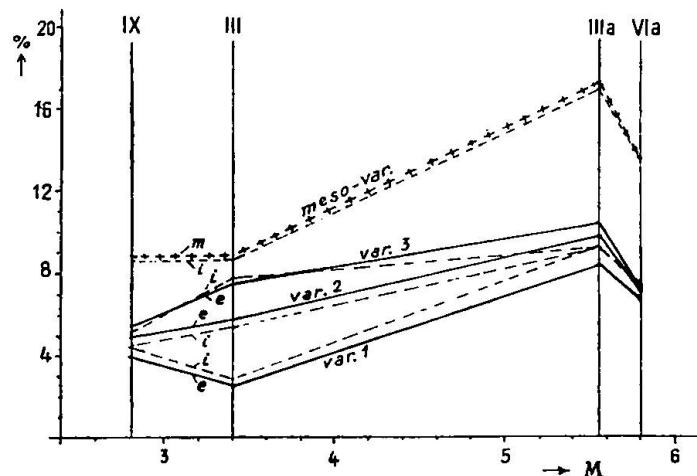


Fig. 8. Quantità delle miche allo stato metamorfo e premetamorfo del granito originario della regione centro-settentrionale (Bassa e media Leventina). Dati delle varianti normative metamorfiche (meso-varianti) in 2, p. 627; id. delle varianti intrusive in tabella 4, p. 748—49

Calcolo delle varianti per sola biotite. Trattandosi di un granito allo stato di intrusione o al massimo di autometamorfosi e considerate le condizioni d'intensità metamorfica subite dalla roccia esaminata, il calcolo di una variante per sola biotite al posto della somma ($\text{Bi} + \text{Ms}$) richiede alcune premesse. Compiuta la deduzione di magnetite e di titanite, con le relative trasformazioni delle molecole restanti, si potrebbe iniziare dalla determinazione del plagioclasio così come già fu fatto nel caso della mica doppia (2, p. 620), senonchè pure tralasciando le riserve che si riferiscono a detto procedimento ci si potrebbe trovare dinanzi a una scarsità di molecole Sp, necessarie per la formazione di biotite. In questo caso l'importo mancante di Sp si ottiene per reazione di Cal e Fo secondo l'equazione $6 \text{ Cal} + 3 \text{ Fo} = 6 \text{ Sp} + 3 \text{ Cs}$, operazione che conduce ad una immancabile riduzione della quantità di plagioclasio. Questa è d'altronde già assai sensibile data la scarsa basicità (cfr. 2, p. 620). La necessità di operare in tal modo si presenta nelle varietà di copertura V, VIa quando si premette una composizione chimica della biotite di tipo ideale. In generale conviene nondimeno far precedere la determinazione della biotite a quella degli altri componenti.

Queste prime osservazioni avvertono l'influenza del chimismo della biotite sulla variazione quantitativa dei leucocrati; è perciò opportuno rivolgervi adeguata attenzione, scegliendo tre tipi più consoni alle circostanze che possono considerarsi valevoli a quelle condizioni genetiche. Per le nostre rocce leventinesi essi sono:

m: biotite media metamorfa propria della regione lepontina (cfr. 2, p. 622)
 e: biotite media eruttiva delle rocce acide } ambedue da un corso di petro-
 i: biotite media ideale delle rocce acide } chimica del Prof. P. NIGOLI.

Le corrispondenti espressioni normative quali risultano dall'associazione dei gruppi di molecole ideali affini, già usati in precedenza (2, p. 621) sono le seguenti:

Specie di biotite	(Kp + Ne)	(Hz + Sp)	S	(Fo + Fa + Fs) - F	(Ru + Q)	F/S
m { 31,5 Bi 100 Bi	13,2 41,8	2,7 8,6		13,2 41,9	2,4 7,7	4,88
e { 31,25 Bi 100 Bi	12,0 38,4	3,0 9,6		12,75 40,8	3,5 11,2	4,25
i { 32 Bi 100 Bi	12,0 37,5	6,0 18,75		12,0 37,5	2,0 6,25	2,0

La quantità di biotite derivabile dal chimismo della roccia assorbe tutto il gruppo F restante dopo la deduzione per la magnetite e la titanite, ond'è che la percentuale effettiva è data dal rapporto $F(\text{roccia})/F(\text{biotite}) \cdot 100$. A seconda della scelta di biotite si ha parimente una riduzione proporzionale di $S(\text{roccia})$. Il residuo $S'' = (S^r - S^{bi})$ può unirsi direttamente alla magnetite e figurare tra gli accessori (sotto forma di granelli di spinello) qualora inferiore all'1 %. Se invece $S^{bi} > S^r$ si deve operare come accennato sopra, col vantaggio che essendo gli importi di Fo e di Cs uguali in detta relazione e conglobati nella stessa somma F, il valore di questa può considerarsi invariato, mentre si ottiene solo una riduzione di Cal e l'assenza di spinello fra gli accessori. La quantità di biotite varia dunque in funzione diretta di F e come tale influisce sull'utilizzazione delle altre molecole. Per facilitare i calcoli si possono usare le rappresentazioni grafiche corrispondenti a questa proporzionalità (vedi fig. 9 e 10). In generale i diagrammi costruiti per

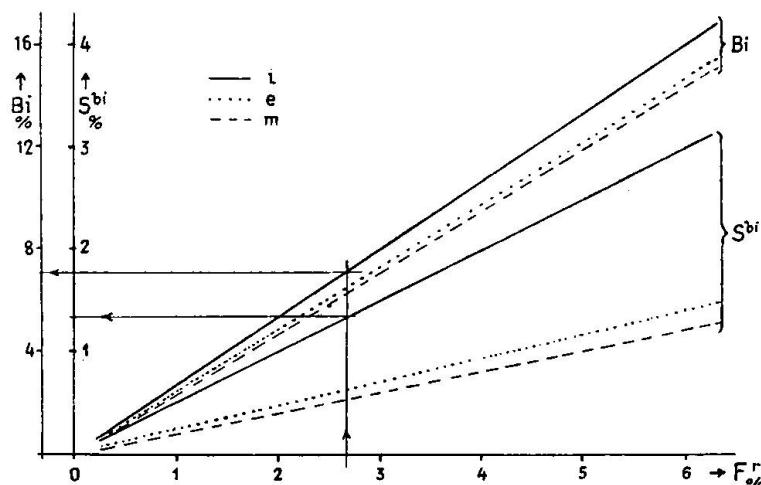


Fig. 9. Quantità di biotite (Bi) in funzione della disponibilità F^r della roccia. (m, e, i = chimismo delle miche): S^{bi} = corrispondente quantità di molecole S necessarie alla formazione di Bi

una variazione di F^r da 1 a 6 % servono a dare un rapido orientamento sulla percentuale normativa di biotite che trovasi in qualsiasi roccia granitica dello stesso gruppo chimico-mineralogico. Analogamente si possono ottenere subito i diagrammi dei gruppi molecolari ($K_p + Ne$) e ($Ru + Q$) da sottrarsi alla base della roccia per la corrispondente percentuale di biotite formata.

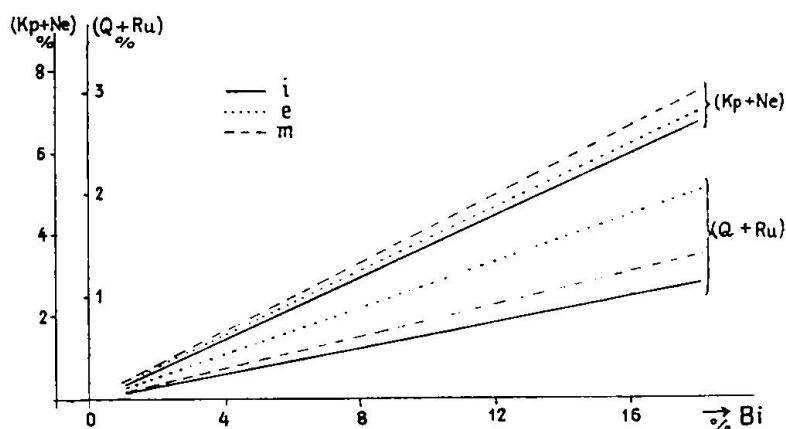


Fig. 10. Quantità dei gruppi molecolari $(K_p + N_e)$ e $(Q + R_u)$ in funzione della percentuale di Bi. (m, e, i = chimismo della biotite Bi)

Passando alla determinazione del plagioclasio non vi sarebbe alcuna modifica tranne un'eventuale variazione di basicità dallo stato metamorfico a quello primario. Consta tuttavia che nella maggior parte del mesometamorfismo la ricristallizzazione del plagioclasio dà nuovi individui a basicità ridotta — causa la neofomazione di zoisite ed epidoto — quando inizialmente possegga elevato tenore calcico (7, p. 535; 5, p. 396). Ma ciò non rientra nel caso delle rocce leventinesi, dove la scarsità di calcio è assai spiccata anche nelle varietà con prevalenza quantitativa di plagioclasio (gruppo T). A titolo comparativo si è comunque calcolata una variante a basicità lievemente variata onde poter meglio avvertire gli spostamenti quantitativi che ne sarebbero derivati in caso reale. In tutti i modi la deduzione della titanite è stata sempre effettuata, salve le riserve locali (2, p. 627), poiché implica una diminuzione di molecole S, quasi sempre a buona disposizione oltre alla formazione della biotite, e d'altra parte la sua presenza in graniti è cosa comune, nè disdice alle condizioni generali del chimismo delle rocce leventinesi.

La determinazione del feldispato alcalino e del quarzo quali costituenti ultimi della segregazione primaria assorbenti tutte le restanti molecole di base, non offre particolari rilievi.

I risultati delle diverse varianti per sola biotite, secondo l'estensione del calcolo a tre tipi rappresentativi del suo chimismo (m, e, i), figurano nella tabella 4 in forma analitica. Qui sono peraltro incluse tutte le modifiche complementari che veniamo illustrando ora.

Tabella 4: Varianti normative dei possibili stati pre-metamorfi (1-2-3) e meso-variante.

Massa originaria	Tipo locale	Varietà	Variante 1: granito a feld. alc. e biotite										Variante 2		Variante 3:			Meso-variante	
			accessori			biotite		plagioclasio a basicità invariata			plag. a basicità variata			granito abiotite e cordier.		granito a doppia mica			
			Ap	Mt + Sp	Tn	chimismo	Bi %	plag. %	feld. alc. %	quarzo %	plag. %	feld. alc. %	quarzo %	Cordierite	Bi + cord.	Bi %	Ms %	(Bi + Ms) %	(Bi + Ms) %
Corpo granitico meridionale: RIVIERA	CLARO	I	0,4	1,75	0,9	m	5,75		22	15,75		17,35	15,85	2,75	8,5	—	—	—	9,3
				1,1		e	5,85	53,4	22,25	15,45	57,95	17,6	15,55	2,65	8,5	6,95	4,35	11,30	—
						i	6,4	(25%). An	22	15,80	(23%). An	17,35	15,90	1,45	7,85	7,5	1,9	9,6	9,0
	CRESCIANO	II ₄	0,3	5,55	0,6	m	1,45		23,65	30,45		30	30,4	9,2	10,65	—	—	—	22,8
				5,4		e	1,50	38	23,75	30,35	31,7	30,05	30,35	9,0	10,5	5,2	15	20,2	—
						i	1,6	(25%). An	23,65	30,45	(30%). An	30	30,4	8,8	10,4	8,0	11,2	19,2	21,1
	PREONZO	II ₅	0,3	5,25	1,2	m	3,8		13,75	28,25		21,65	28,2	5,7	9,5	—	—	—	23,8
				4,8		e	3,9	47,4	13,9	28,05	39,55	21,8	28	5,6	9,5	6,15	9,2	15,35	—
						i	4,3	(25%). An	13,75	28,30	(30%). An	21,65	28,25	4,8	9,1	7,8	6,1	13,9	23,2
		II ₆	0,1	3,65	0,9	m	4,65		13,75	28,3		18,9	28,35	5,7	10,35	—	—	—	19,7
				3,1		e	4,75	48,6	14,75	28	43,40	19,25	27,95	5,6	10,35	7,05	9,2	16,05	—
						i	5,2	(25%). An	13,75	28,35	(28%). An	18,9	28,40	4,8	10	8,7	6	14,7	18,8
	V	0,3	0,15		0,2	m	4,3	13	60,6	21,45	8,70	64,85	21,50	0,3	4,6	—	—	—	4,8
						e	4,4	(10%). An	60,7	21,3	15%. An	65,10	21,2	0,2	4,6	4,4	0,3	4,7	—
						i	4,8	6,5	66,5	21,7	4,35	68,65	21,7	—	4,8	4,8	—	4,8	4,7
								10 %. An		15%. An						(Bi)			

Osservazioni — Per tutte le analisi, tranne III e V, è stata calcolata la titanite.

- Si aggiunsero per più facile confronto i dati delle miche come risultano nelle meso-varianti (cfr. 2, p. 627 e tabella della nota di p. 742) —
 - Chimismo della biotite: m = media metamorfica
 e = media eruttiva
 i = media ideale (cfr. sopra p. 745).

Un primo confronto grossolano delle varie composizioni primarie ottenute per sola biotite permette di individuare subito la fondamentale divergenza dei feldispati dominanti nei due gruppi distinti allo stato di ortogneiss. Ciò convalida pienamente il concetto della facies dinamometamorfa che pur rigenerando i singoli individui cristallini non menoma i caratteri del gruppo chimico d'origine magmatica.

In particolare si rileva l'influsso dell'eccesso di allumina t — già segnalato nel gruppo T (2, p. 601) — al quale si deve un notevole residuo di molecole Sp dopo la formazione totale di biotite, specie se di quella ideale (i). Riesce pertanto impossibile inserire senz'altro questo residuo (a volte per fino 5%) come spinello fra gli accessori, poichè allora si invertirebbe la qualifica dei componenti, ossia gli accessori diventerebbero secondari e viceversa (esempi tipici in II_4 , II_5 , II_6). L'eccedenza di dette molecole Sp richiede adunque o l'esistenza di un particolare chimismo della biotite, p. es. di tipo flogopitico, oppure, ammesse le ordinarie oscillazioni del suo chimismo, l'inevitabile coesistenza di altri minerali capaci di saturarla interamente. La prima condizione non sembra verosimile poichè le caratteristiche mineralogiche della biotite nelle rocce del gruppo T, sebbene chiaramente distinte rispetto allo stesso nel gruppo Lgr (2, p. 614), non propendono in misura sufficiente per determinare un tono flogopitico, quale p. es. si riscontra realmente nelle intercalazioni micacee della stessa regione e la cui genesi non è senz'altro di natura primaria (2, p. 481, 512, 636, 674). La seconda condizione può invece venir soddisfatta in due modi che meglio s'accordano con la situazione d'ambiente, cioè con l'ammissione che accanto alla biotite sia esistita quale altra componente secondaria la cordierite o la muscovite. Ciò equivale ad ammettere l'esistenza di un granito a biotite e cordierite, oppure a doppia mica già allo stato premetamorfo, non contraddicendo né l'una né l'altra possibilità alla comune esperienza delle rocce eruttive di genere salico. Data la notevole disparità specifica nelle varietà di gneiss-granito Leventina è necessario esaminare da vicino e separatamente i due modi che ancora restano per completare i caratteri del granito originario.

a) **Granito a biotite e cordierite.** Mentre in una roccia metamorfa la presenza di cordierite esprime influssi pneumatolitici o di contatto oppure regime di intensità catazonale a seconda che la struttura regionale sia di fondo o a falde di ricoprimento, in

un granito primario del tipo suddetto essa richiama il passaggio dello stadio in cui si tengono in equilibrio le quattro fasi ($MgO - Al_2O_5 - CaO - SiO_2$) sotto la concomitante addizione di Fe e degli alcali, in modo analogo a quanto avviene nelle rocce catametamorfe ricche di silice (5, p. 389). In altre parole la cordierite attesta l'avvenuta saturazione silicea del magnesio e dell'alluminio eccedenti alla formazione della biotite e mette così in evidenza la scarsità di potassio negli alcali, necessario d'altronnde per la costituzione di biotite. Ora per le varietà di gn.-gr. Lev. tutto ciò può essersi effettuato realmente allo stato premetamorfo, però la capacità formale di dare un granito di questa specie è totalmente diversa nell'uno e nell'altro complesso dato che si riscontrano innegabili diversità d'ordine chimico, mineralogico e tettonico, le quali possono avvertire sufficientemente un'evoluzione separata altrettanto diversa. Infatti mentre le varietà T accusano forti residui di molecole Sp e perciò ammettono la possibile coesistenza di cordierite accanto alla biotite (6 Sp + 5 Q = 11 Cord), le varietà Lgr si distinguono per minimi importi, generatori di scarsa cordierite. A questo equilibrio generale fanno eccezione come di consueto le varietà estreme già discusse in precedenza, tuttavia in modo da confermare sempre più la loro singolarità e la loro attribuzione al complesso granitico locale. Così la varietà V (alcaliplitica di Preonzo complesso sud) si distingue per la saturazione completa di Mg, Al e K nella biotite, annullando ogni residuo Sp per chimismo normale di biotite; la varietà III (Biasca, Lgr) muovendosi nell'ambito di forti inclusioni femiche (2, p. 515) partecipa inevitabilmente della condensazione ferromagnesiaca adiacente, superiore alla stessa prevalenza potassica fra gli alcali; e infine la varietà IX (Piottino, si-oligoclasitica, complesso nord) simula soltanto una possibile coesistenza di cordierite in quanto l'eccesso sodico sopravvenne in essa ulteriormente alla primitiva intrusione (cfr. sopra p. 729).

E' dunque necessario rilevare che le possibilità di un granito originario a biotite e cordierite sussistono chiare e ben pronunciate nel complesso granitico meridionale (Riviera), per contro incerte e assai improbabili in quello centro-settentrionale (bassa e media Leventina).

b) Granito a doppia mica. Si conoscono diversi graniti a muscovite per lo più in zone esterne all'arco alpino, p. es. le così dette „granuliti“ di Francia (4, p. 117, 146; 1, p. 102, 120) associate

ai graniti comuni a sola biotite e a doppia mica, ed anche nelle Alpi Lepontine alcuni resti lievemente metamorfi ne ricordano la presenza in zone di recente orogenesi (gneiss granitici muscovitici, a doppia mica della falda dell'Adula, tipo Cervreila (6, p. 23; 12, p. 83)). A parte la loro età assai remota, il chimismo pertinente al tipo magmatico engadinitico-granitaplitico spiega il preponderante tono alumo-alcalino, prettamente salico. La coesistenza delle due miche in rapporti abbastanza diversi rispecchia non solo l'alto grado di silicificazione ma anche l'eccesso di allumina, rappresentato dalle molecole C da cui proviene il residuo Sp secondo la reazione $4\text{C} + 3\text{Fo} = 6\text{Sp} + \text{Q}$. Di qui l'azione combinata dell'acqua (W) su C e (Kp + Ne) dà evidentemente muscovite, mentre si costituisce un corrispondente aumento di biotite fino all'equilibrio stabile di saturazione fra Sp ed Fo.

Ora per il calcolo normativo della combinazione (Bi + Ms) è già stato dato un procedimento che tien conto simultaneamente di tutte le esigenze imposte dai rapporti quantitativi reciproci (2, p. 631) e qui non resta che osservare come la sua validità superi la limitazione della facies mesozonale alla quale venne applicato. Di fatto si è già visto nel caso in esame che ammettendo la possibile esistenza di specie granitiche a sola biotite quali edotti dello gn.-gr. Lev., risulta sempre per le varietà meridionali un residuo Sp tale da giustificare la presenza primaria (premetamorfa o al massimo autometamorfa) di cordierite o di muscovite. La effettiva sussistenza di muscovite si ricava operando in senso inverso nella suddetta reazione qualora si premettano valori ideali di composizione chimica, e con ripartizione proporzionale fra (Hz + Sp) e C per composizione media del tipo già adottato (2, p. 622). Evidentemente il risultato finale uguaglia quello raggiunto coll'altro metodo della combinazione diretta (Bi + Ms) colmando in parte le diversioni quantitative del feldispato alcalino rispetto alla composizione attuale, e dà così nuova conferma dell'invariabilità del chimismo complessivo durante la rigenerazione metamorfica.

Tutta questa elaborazione normativa per quanto possa apparire superflua riflette limpida mente la capacità iniziale del chimismo di ciascun complesso granitico di dare o meno un determinato colore alla propria composizione mineralogica. Il diverso importo del residuo Sp nei due gruppi Lgr e T dello gn.-gr. Lev. predispone in effetti una altrettanto differente potenzialità di dare muscovite primaria in seno ai rispettivi complessi granitici

da cui derivano¹³⁾). A sostegno di ciò ricordiamo alcune caratteristiche microscopiche riscontrabili tuttora nelle varietà del gruppo T: quantità notevole e dominante di apatite fra gli accessori, frequenti inclusi di zircone (nella biotite) con aureole pleocroiche, gruppetti di fluorite (casellari quadratici isotropi) incastonati nei feldispati¹⁴⁾, numerosi granelli di leucosseno, titanite-pirite e magnetite.

Si aggiunga ancora la costante ed uniforme struttura granulare di varia grossezza e non si potrà vedere in tutto quest'assetto se non la manifestazione tipica dei graniti a doppia mica e delle granuliti.

Le varietà leucogranitiche invece quasi sempre porfiroidi e prive di tutti questi contrassegni si differenziano notevolmente non solo nel chimismo ma anche nella mancante possibilità di sussistere come granito originario a doppia mica allo stato premetamorfo, data l'assenza pratica di un eccesso di molecole Sp, tutte assorbite dalla formazione di biotite e feldispato alcalino. Soltanto nella varietà III il residuo Sp potrebbe assumere un certo valore, qui però è indispensabile tenere presente la posizione in natura cioè l'intreccio intimo e le condizioni locali assai speciali viste dianzi. Infatti la stessa anomalia in senso inverso si ha fra i graniti T: la varietà di copertura V (Preonzo) esclude allo stesso modo un granito a doppia mica allo stato di edotto in forza del suo chimismo. Analogamente dicasi per la varietà IX del Piottino.

Tutto ciò non sorprende, anzi ritrae fedelmente le variazioni proprie della segregazione primaria in seno a ciascun complesso granitico. Ne deriva che la pertinenza della varietà marginali od estreme a queste due unità primarie così come rilevato nelle pagine precedenti (v. sopra p. 730—1) indipendentemente cioè dal tipo magmatico, si riafferma di nuovo possibile e reale, separando con più marcato accento l'iniziale discontinuità degli edotti complessivi.

¹³⁾ Recenti notizie personali di C. TADDEI ci informano di ritrovamenti di cristalli di fluorite in varietà dello Gneiss Leventina, comunque non oltre precisate.

¹⁴⁾ E' da rilevare come nell'analisi strutturale di alcuni esemplari del fronte settentrionale dello gn.-gr. Lev. (Piottino), E. WENK abbia ritrovato alcuni caratteri di regolazione propria delle granuliti (14, p. 282) pur senza poter ammettere un diretto parallelismo o comunque analogia.

Tutto ciò si accorda colle nostre deduzioni che escludono la possibilità di una massa granulitica quale edotto primario del complesso leucogranitico, cui appartengono gli esemplari sopra detti: non sarebbe tuttavia improprio estendere questo procedimento di indagine alle varietà trondhjemite delle gn.-gr. Lev., dove le possibilità di un granito primario affine alle granuliti si sono dimostrate ben marcate.

E' pertanto lecito concludere che la diversa capacità chimica delle masse granitiche dell'attuale gn.-gr. Lev. condiziona una diversa composizione mineralogica nel rispettivo edotto primario. In base alle osservazioni chimiche e mineralogiche la possibilità di un granito a doppia mica è non solo ammissibile ma necessaria per definire i caratteri del primitivo corpo granitico meridionale (Riviera); risulta per contro insostenibile per quello centro-settentrionale (Leventina). Ciò non infirma la diversione opposta di alcune varietà estremali, i cui caratteri collimano con le rispettive relazioni di segregazione.

5. Riassunto

Approfondendo la discussione dei dati petrochimici nei confronti della facies metamorfica dell'attuale gneiss-granito Leventina e avuto speciale riguardo ai possibili caratteri dei rispettivi edotti, si ricavano parecchie induzioni sull'ordine genetico dell'intera massa leventinese che bene completano e precisano le linee generali in precedenza assodate (2).

L'esame del materiale analitico condotto da diversi punti di osservazione consente pertanto di concludere nel modo seguente:

1^o Accanto alla netta affermazione di due decorsi differenziali separati e distinti — ciascuno moventesi nel proprio campo del chimismo primario (leucogranitico Lgr nel complesso settentrionale; trondhjemitico T nel complesso meridionale) — l'influenza del dinamometamorfismo si dimostra maggiormente impressa nelle varietà estremali e di contatto aventi notevole preponderanza alcalina, propria delle facies marginali intrusive.

2^o La convergenza di varietà marginali (III, Biasca; IX, Piottino) silicificate a seguito di modificazioni tardo- o postintrusive, al massimo parametamorfe — risulta chiara sia nella variabilità alcalina che basica del primitivo corpo granitico. Allo stesso modo analoghe convergenze e divergenze, provate secondo questi rapporti molecolari, postulano l'associazione genetica di varietà estreme (V, grano-tabulare di Preonzo [Riviera] e IX, laminare pieghettata del Piottino) al complesso granitico locale, indipendentemente dall'inversione del rispettivo tono alcalino (sodico o potassico). Ciò è peraltro richiesto dall'analogia inversione della tendenza differenziativa di ciascun campo (Lgr e T) assai manifesta nella variabilità basica.

3º Simile inversione del tono alcalino delle varietà estreme — appartenenti a due diversi e opposti campi granitici della stessa serie alcali-calcica vien suffragata dai singolari rapporti quantitativi dei feldispati là presenti (feld. alc. e plag.), abitualmente in costante equilibrio di coesistenza quantitativa, malgrado la variabile basicità del plagioclasio e la variabile facies metamorfica locale.

La massima concentrazione dei singoli feldispati nelle varietà estreme meridionali, fa ritenere queste come prodotti laterali del frazionamento gravitativo dei cristalli dal medesimo flusso magmatico. Esse si distinguono soltanto secondo l'eccesso alcalino che, al di là del metamorfismo comune, ne determina la diversa pertinenza al gruppo di classificazione chimica — così come sin qui proposto (2). La concomitanza singenetica fra loro esistente si risolve in momenti singolari della differenziazione del complesso granitico meridionale della Riviera.

4º La continuità genetica delle varietà estreme con i rispettivi corpi granitici primari si riafferma sicura nel rapporto, costante per ciascun gruppo, di contributo alcalino alla rigenerazione delle miche.

La stessa variabilità del tenore micaceo — e in ispecie la provenienza della muscovite — induce a stabilire i caratteri dei primi corpi granitici, antecedenti al metamorfismo o al massimo concomitanti all'autometamorfosi di intrusione. Osservate le possibili oscillazioni quantitative della biotite entro i limiti massimi del suo chimismo (di roccia eruttiva, metamorfica e ideale) e poste in relazione all'eccesso di allumina, si dimostra la differente potenzialità di dare muscovite primaria in seno ai rispettivi edotti granitici; più precisamente la possibilità di un granito inizialmente a doppia mica (o al più, in caso di spiccata autometamorfosi, a biotite e cordierite) è non solo ammissibile ma necessaria per definire i caratteri del primitivo corpo granitico meridionale (Riviera). La stessa condizione non è per contro sostenibile per il complesso granitico centro-settentrionale della bassa e media Leventina.

Il suesposto esame petrochimico — per quanto soggetto alle riserve espresse da principio — contribuisce a focalizzare maggiormente l'esistenza di due complessi granitici distinti e separati in seno all'intera massa nota coll'appellativo di gneiss-granito Leventina, ambedue indipendenti nella loro intima evoluzione, tanto più palese quanto più congiunti e intrecciati. Sarà compito di ulteriori studi stabilire

e valutare l'accordo di queste deduzioni con i lineamenti dello sviluppo orogenico di tutto il settore lepontino, e in genere del grande sistema pennidico.

Opere citate

1. BERTRAND, Léon, *Les grandes régions géologiques du sol français*. Paris, 1935, Flammarion.
2. CASASOPRA, SEC. FR., *Studio petrografico dello gneiss granitico Leventina*. Zurigo 1939. *Boll. svizz. min. petr.* XIX, 449—709.
3. — *Appunti di geologia del Ticino*. Bellinzona 1943. *Boll. soc. tic. sc. nat.* XXXVII, 55—87.
4. DE LAUNAY, L., *Géologie de la France*. Paris 1921. A. Colin.
5. GRUBENMANN, U. und NIGGLI, P., *Die Gesteinsmetamorphose*. Berlin 1924. Borntraeger.
6. JENNY, H., FRISCHKNECHT, G. e KOPP, J., *Geologie der Adula*. Berna 1923. Materiali p. la carta geol. d. Svizzera, N. S., fasc. 51.
7. NIGGLI, P., KOENIGSBERGER, J., PARKER, R. L., *Die Mineralien der Schweizer Alpen*. Basilea 1940, Wepf (2 volumi).
8. NIGGLI, P., *Über Molekularnormen zur Gesteinsberechnung*. Zurigo 1936. *Boll. svizz. min. petr.* XVI, 295—317.
9. — *Die komplexe gravitative Kristallisationsdifferentiation*. Zurigo 1938. *Boll. svizz. min. petr.* XVIII, 610—664.
10. — *Gesteinschemismus und Mineralchemismus I. Das Problem der Koexistenz der Feldspäte in den Eruptivgesteinen*. Zurigo 1941. *Boll. svizz. min. petr.* XXI, 183—194.
11. — *Das Problem der Granitbildung*. Zurigo 1942. *Boll. svizz. min. petr.* XXII, 1—84.
12. NIGGLI, P., PREISWERK, H., GRÜTTER, O., BOSSARD, L., KÜNDIG, E., *Geologische Beschreibung der Tessiner Alpen*. Berna 1936. Materiali per la Carta geol. d. Svizzera, N. S., fasc. 71.
13. RODE, K. P., *The geology of the Morcote Peninsula and the petrochemistry of the porphyry magma of Lugano*. Zurigo 1941. *Boll. svizz. min. petr.* XXI, 194—312.
14. WENK, E., *Ergebnisse und Probleme von Gefügeuntersuchungen im Verzascatal (Tessin)*. Zurigo 1943, *Boll. svizz. min. petr.* XXIII, 265—294.

N.B. Dal termine di stesura (luglio 1944) alla consegna del manoscritto presente non si ebbero studi rivolti ai problemi locali qui trattati: su riferimenti secondari o incidentali, come su eventuali paralleli e confronti si tornerà tuttavia in un prossimo lavoro.

Manoscritto consegnato: luglio 1947.