

ACHILLE BLASI

« ISO-MICROCLINO »

ED ALTRE VARIANTI STRUTTURALI DEL K-FELDSPATO
COESISTENTI IN UNO STESSO CRISTALLO
NEI GRANITI DEL MASSICCIO DELL'ARGENTERA
(ALPI MARITTIME) (*)

ABSTRACT. — *« Iso-microcline » and other structural variants of K-feldspar co-existing in the same crystal from the granites of the Argentera Massif (Maritime Alps).*

During an optical research, by means of the universal stage, on the K-feldspars of the central nucleus granites of the Argentera Massif (Maritime Alps), areas noticeably different from the structural viewpoint have been identified in one macrocrystal.

Nine « complete » optical determinations have been performed on it, according to a recently published universal stage method (BLASI, 1972 a; 1972 b); three similar determinations have been performed on as many K-feldspars in the same specimen of granite.

The structural variants identified in such a way belong to four different groups: the first one including the structural variants of the three last mentioned crystals, the remaining groups those in the macrocrystal.

The first group variants belong to a maximum microcline; they are single-crystal phases in which the Ab-contents in solid solution are very low. These variants are representative of the average structural state of the K-feldspars in that specimen of granite, already determined by X-ray diffraction powder methods (DE POL, 1970). The second group variants are very similar to the first group ones. However they show a slightly lower degree of Al/Si-order; moreover some of them show a higher Ab-content. The third group variants are represented by one only modification which is exactly on the boundary between an intermediate triclinic orthoclase and a low triclinic orthoclase. Such a variant represents a

(*) Lavoro eseguito presso l'Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Milano, diretto dal prof. G. Schiavinato, nel quadro dei programmi del Centro di Studi sulla stratigrafia e petrografia delle Alpi Centrali del C.N.R..

submicroscopical not-balanced twin, which however has very high degree of equilibrium. The Ab-content is very low, close to that of the first group variants.

The fourth group variants appear to be optically positive. K-feldspars showing this anomaly have already been described by numerous investigators and called either « iso-orthoclase » or « iso-microcline ». On the other way some other investigators cast doubts on their actual occurrence. In this paper one shows for the first time a stereographic projection $\perp [100]$ of triclinic, optically positive modifications of K-feldspar with a sensibly variable $2V_X$ and a high degree of Al/Si-order; moreover one gives the values for the spherical co-ordinates λ, ρ of all the optical (Z, Y, X, A, B) and crystallographical ($\perp (010), \perp (001)$) elements indispensable for thorough representations. One discusses, besides, the significance of these variants, as well as the several factors which are likely to have produced these anomalous $2V_X$ values. Since the positive variants of the K-feldspar investigated here cannot be distinguished as mineral species, the name « iso-microcline » appears to be inappropriate; for the moment therefore these variants should be preferably called: « out-of-scheme » variants.

1. - Introduzione.

I K-feldspati dei graniti del nucleo centrale del Massiccio Cristallino dell'Argentera ⁽¹⁾, Alpi Marittime, sono stati studiati recentemente da DE POL, SCHIAVINATO & MINUTTI (1968), i quali hanno determinato la distribuzione di K, Na, Rb, Ca, Sr, Ba e da DE POL (1970) che ha preso in esame stato strutturale e composizione.

Sono attualmente in corso sui K-feldspati degli stessi 19 campioni di graniti studiati dagli autori citati, ricerche ottiche al T.U. secondo il metodo recentemente illustrato da chi scrive (BLASI, 1972 a; 1972 b). Tali ricerche si affiancano alle indagini röntgenografiche già eseguite da DE POL (1970) allo scopo di caratterizzare nel modo più completo le differenti varianti strutturali del K-feldspato.

Nel corso del lavoro, in uno stesso macrocristallo di K-feldspato si è riscontrata la coesistenza di aree sensibilmente differenti dal punto di vista strutturale, aventi, in alcuni casi, comportamento ottico anomalo corrispondente a quello dell'« iso-microclino » *Auct.*

Si è ritenuto opportuno segnalare l'esistenza di tale fenomenologia al fine sia di illustrare e chiarire i mutui rapporti intercorrenti

⁽¹⁾ Tali graniti sono stati distinti da MALARODA & SCHIAVINATO (1957) secondo le tre varietà più diffuse in: graniti fondamentali, graniti a vistosi fenocristalli feldspatici e graniti aptitici microgranulari (cfr. anche MALARODA, 1968; 1970).

fra le diverse varianti strutturali identificate, sia di apportare un contributo alla controversa questione dell'esistenza o meno dell'« iso-microclino ».

2. - Caratteri dei K-feldspati esaminati.

Il campione di granito in cui è stato rinvenuto il macrocristallo di K-feldspato oggetto di studio nel presente lavoro, fa parte dei graniti a vistosi fenocristalli feldspatici. Esso è stato prelevato dall'autore nel cunicolo d'avanzamento (dopo la progressiva 1060 m) del Traforo del Ciriegia, qualche km a monte di S. Anna di Valdieri (cfr. anche BLASI & SCHIAVINATO, 1968).

Sul macrocristallo sono state effettuate complessivamente 9 determinazioni ottiche complete ⁽²⁾ al T.U. applicando il metodo già citato (BLASI, 1972 a; 1972 b). Al fine di stabilire quali di queste siano rappresentative dello stato strutturale medio dei K-feldspati della roccia, sono state eseguite 3 determinazioni supplementari su altrettanti individui di K-feldspato del medesimo campione. Di questi ultimi e del macrocristallo vengono qui di seguito riassunti i caratteri essenziali:

1° cristallo (determinazione n. 1, tabelle I e II). Individuo sub-idiomorfo di notevoli dimensioni ($8,2 \times 3,2$ mm), allungato secondo c. Presenta estinzione a chiazze poco accentuata; è abbondantemente pertitico con Na-fase costituita sia da minute mosche, sia da plaghe di maggiori dimensioni le quali assumono talora l'aspetto di individui, sia pure piccoli, inclusi nella K-fase. Tali individui, prevalentemente allungati secondo c, appaiono geminati secondo la legge dell'albite; il piano di composizione (010) è parallelo al piano (010) del K-feldspato, come del resto si osserva in tutte le altre plaghe di Na-fase in cui è riconoscibile tale legge di geminazione, salvo rarissime eccezioni in cui il piano di contatto (010) risulta parallelo al piano (001) del K-feldspato. Le sfaldature {001} sono abbastanza frequenti, quelle {010}, meno.

2° cristallo (determinazione n. 2, tabelle I e II). Individuo sub-idiomorfo di dimensioni analoghe a quelle del 1° cristallo ($8,2 \times 3,9$ mm), allungato secondo c e geminato Carlsbad. Il gemello

⁽²⁾ Atte cioè a fornire contemporaneamente tutti i valori dei parametri riportati nelle tabelle I e II.

TABELLA I. — Coordinate sferiche λ, φ ⁽¹⁾ reative all'orientazione ⁽²⁾ degli elementi ottici Z, Y, X, A, B delle varianti strutturali dei K-feldspati esaminati ⁽³⁾.

n.	Z		Y		X		A		B	
	λ	φ	λ	φ	λ	φ	λ	φ	λ	φ
1	+34,5	-73,5	-81,75	- 7,75	+6,25	+14,25	- 2,75	+54,5	+12,0	-26,25
2	+42,0	-72,5	-80,25	- 9,75	+7,25	+14,5	- 4,75	+55,0	+14,25	-26,5
3	+28,5	-72,25	-82,0	- 6,5	+6,0	+16,25	- 3,0	+57,75	+11,0	-25,5
4	+35,5	-75,75	-80,0	- 6,0	+8,75	+12,75	+ 2,0	+51,25	+13,0	-26,0
5	+25,5	-72,5	-80,25	- 5,0	+8,0	+16,75	+ 1,5	+57,0	+12,0	-23,5
6	+28,5	-72,25	-79,75	- 5,5	+8,5	+16,75	+ 1,5	+56,25	+12,75	-23,0
7	+34,5	-73,5	-82,25	- 7,5	+5,75	+14,25	- 3,75	+55,75	+11,75	-27,0
8	0,0	-86,0	-85,25	+ 0,25	+4,75	+ 3,75	+ 5,0	+44,0	+ 4,25	-36,0
9	+40,0	-72,0	-84,0	-10,5	+3,25	+14,5	-13,0	+59,75	+12,25	-31,0
10	+26,5	-75,0	-89,25	- 6,5	-0,5	+13,5	-10,75	+60,0	+ 5,25	-33,25
11	+30,0	-74,5	-85,25	- 6,5	+3,25	+13,75	- 6,25	+58,25	+ 9,0	-30,75
12	+30,5	-75,75	-87,75	- 6,75	+0,75	+12,25	- 9,5	+60,5	+ 8,0	-36,5

⁽¹⁾ Espresse in gradi.

⁽²⁾ In proiezione stereografica \perp [100].

⁽³⁾ Le varianti identificate sono numerate progressivamente da 1 a 12 e suddivise in 4 gruppi.

TABELLA II. — Parametri diretti e indiretti delle varianti strutturali dei K-feldspati di cui alla tabella I (1).

n.	$2V_x$	\perp (010)		\perp (010)			\perp (001)			A_{aan}		B_{aan}		Ang. d'estinz.		Δ_{op}
		A	B	Z	Y	X	Z	Y	X	A	B	su (001)	su (010)			
1	82,0	35,5	63,75	16,5	82,25	75,75	81,0	11,0	84,25	35,25	8,25	—14,0	+4,62	0,91		
2	83,0	35,0	63,5	17,5	80,25	75,5	78,5	13,5	83,25	35,75	10,0	—14,0	+4,75	0,97		
3	84,0	32,25	64,5	17,75	83,5	73,75	82,0	10,25	84,5	38,25	7,0	—15,0	+4,00	0,98		
4	78,0	38,75	64,0	14,25	84,0	77,25	82,0	11,75	81,75	31,25	8,75	—12,5	+7,50	0,79		
5	81,0	33,0	66,5	17,5	85,0	73,25	82,5	11,0	82,5	37,0	6,25	—16,5	+6,75	0,97		
6	80,0	33,75	67,0	17,75	84,5	73,25	81,75	11,75	82,25	36,5	6,5	—16,5	+7,12	0,98		
7	84,0	34,25	63,0	16,5	82,5	75,75	81,0	11,0	84,75	36,5	9,0	—14,25	+4,00	0,91		
8	80,0	46,0	54,0	4,0	89,75	86,25	90,0	4,5	85,25	23,75	16,0	—4,25	+4,63	0,22		
9	93,0	30,25	59,0	18,0	79,5	75,5	78,75	12,25	87,0	42,0	12,25	—14,5	—0,38	1,00		
10	94,0	30,0	56,75	15,0	83,5	76,5	83,5	6,75	89,5	40,5	15,25	—13,5	—2,75	0,83		
11	90,0	31,75	59,25	15,5	83,5	76,25	82,5	8,5	87,0	39,25	11,25	—13,5	+1,37	0,86		
12	98,0	29,5	53,5	14,25	83,25	77,75	82,75	7,25	89,25	41,75	17,0	—11,25	—0,75	0,79		

(1) Tutti i valori sono espressi in gradi, ad eccezione di quelli dell'indice di triclinismo ottico, ottenuti dalla relazione $\Delta_{\text{op}} = 0,0555 [\perp (010) \wedge Z]$.

Gli angoli d'estinzione su (001) e su (010) sono stati ricavati sulla proiezione stereografica $\perp [100]$ rispettivamente mediante il teorema di FRESNEL e la relazione $\lambda_A + (\lambda_B - \lambda_A)/2$.

oggetto della determinazione ⁽³⁾ presenta estinzione a chiazze, comunque non sempre molto evidente. E' notevolmente pertitico con Na-fase costituita sia da piccole mosche che da chiazze di maggiori dimensioni aventi forma più o meno irregolare. In queste ultime è riconoscibile la geminazione secondo la legge dell'albite; il piano di composizione (010) è sempre parallelo al piano (010) del K-feldspato. Sono presenti anche piccoli individui di plagioclasio e di quarzo. Le sfaldature {001} sono molto frequenti, quelle {010} un pò meno.

3° cristallo (determinazione n. 3, tabelle I e II). Individuo sub-idiomorfo di dimensioni inferiori rispetto a quelle del 1° e del 2° cristallo ($2,1 \times 1,9$ mm), con allungamento secondo c di poco superiore rispetto a quello secondo b. Presenta estinzione a chiazze molto accentuata; è sensibilmente pertitico con Na-fase rappresentata da piccole mosche, ma prevalentemente da chiazze di maggiori dimensioni. In esse si distingue chiaramente la geminazione secondo la legge dell'albite; il piano di composizione (010) risulta parallelo talora al piano (010), talaltra al piano (001) del K-feldspato. E' presente qualche incluso molto piccolo di plagioclasio. Le sfaldature {001} e {010} sono entrambe frequenti; anzi, le {010} risultano meglio delineate delle {001}.

4° cristallo (*macrocrystallo*) (determinazioni n. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, tabelle I e II). Individuo sub-idiomorfo di dimensioni notevolmente superiori rispetto a quelle dei cristalli precedenti ($19,9 \times 9,2$ mm), allungato secondo c e geminato Carlsbad. Il gemello su cui è stato possibile effettuare determinazioni ottiche complete ⁽³⁾ appare in posizione di estinzione nella fig. 1. In esso l'estinzione a chiazze è chiaramente osservabile in alcuni settori, mentre in altri non è riconoscibile oppure è molto poco accentuata. E' notevolmente pertitico con Na-fase distribuita in modo piuttosto variabile da punto a punto. Essa costituisce prevalentemente films e vene più o meno paralleli al piano (001) del K-feldspato, e spesso appare geminata secondo la legge dell'albite; il piano di composizione (010) è nella maggior parte dei casi parallelo al piano (010) del K-feldspato. La Na-fase può costituire anche chiazze più o meno irregolari e soprattutto piccole mosche distribuite un pò ovunque nel cristallo. Compagnono come in-

⁽³⁾ Sull'altro gemello, a causa dell'orientazione cristallografica differente dovuta alla geminazione Carlsbad, non è possibile effettuare determinazioni ottiche complete al T.U..

clusi individui di plagioclasio sia di piccole che di grandi dimensioni (fino a un massimo di $2,1 \times 1,3$ mm) indipendenti dallo smistamento che ha dato origine alla pertite. Si notano anche piccoli inclusi di quarzo; talora, essi sono disposti lungo fratture tardive ⁽⁴⁾ sulla cui prosecuzione si può riscontrare anche un pò di calcite.

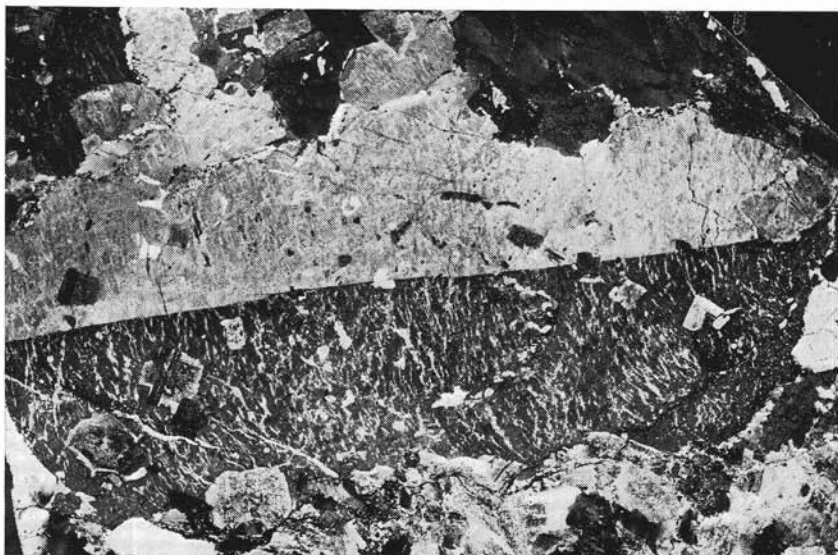


Fig. 1. — Macrocrystallo di K-feldspato geminato Carlsbad: il sub-individuo su cui è stato possibile effettuare determinazioni ottiche « complete » appare in posizione di estinzione. (nicols iner.; ingr. lin. 5,4)

Nel gemello in esame è stato possibile effettuare determinazioni ottiche complete soltanto alle due estremità (fig. 2); ciò si deve al fatto che solo in questi settori del macrocrystallo compaiono le sfaldature {001} e {010} necessarie per le determinazioni. Nelle altre zone del medesimo gemello, tali sfaldature o sono assenti oppure risultano in gran parte mascherate da un leggero inizio di caolinizzazione, soprattutto nella parte centrale.

⁽⁴⁾ Inclinate di 30° rispetto al piano (010) del K-feldspato (angolo misurato sul piano della sezione).

3. - Risultati delle determinazioni.

I rapporti di orientazione degli elementi ottici Z, Y, X, A, B rispetto all'edificio cristallografico individuato dai piani (001) e (010), che caratterizzano le varianti strutturali dei K-feldspati presi in esame, sono stati rappresentati in proiezione stereografica sul piano $\perp [100]$ (fig. 3). Le aree del reticolo di WULFF delimitate in fig. 3 con tratto più spesso rappresentano i campi riprodotti e ingranditi nella fig. 4 entro i quali sono riportati i punti che definiscono le varianti identificate. In tale figura sono state proiettate, per confronto, anche altre 4 varianti strutturali « tipo » tratte da MARFUNIN (1961 a), e precisamente: microclino massimo, microclino massimo geminato sub-microscopicamente (= ortoclasio basso), microclino intermedio, microclino intermedio geminato sub-microscopicamente (= ortoclasio intermedio), indicati rispettivamente con i numeri 13, 14, 15, 16.

I valori delle coordinate sferiche λ , φ di Z, Y, X, A, B delle varianti in esame sono riportati nella tabella I; nella tabella II compaiono i valori dei parametri determinati per via diretta e indiretta. Nelle tabelle, come pure nelle figure, le varianti sono state numerate progressivamente e suddivise in 4 gruppi:

1°) n. 1, 2, 3.

2°) n. 4, 5, 6, 7.

3°) n. 8.

4°) n. 9, 10, 11, 12 (varianti strutturali « fuori schema »).

4. - Discussione dei risultati.

4.1. - Varianti strutturali del 1° gruppo.

Le varianti strutturali n. 1, 2, 3 del 1° gruppo sono state identificate su 3 individui di K-feldspato dello stesso campione di granito cui appartiene il macrocristallo.

Nella fig. 4 si può osservare che i punti rappresentativi di tali varianti sono più prossimi a quelli del microclino massimo (n. 13) che non a quelli del microclino intermedio (n. 15) di MARFUNIN (1961 a). In base ai valori di $2V_X$ e Δ_{op} si può rilevare che le varianti identificate sono comprese nel campo del microclino massimo (fig. 5). Esse

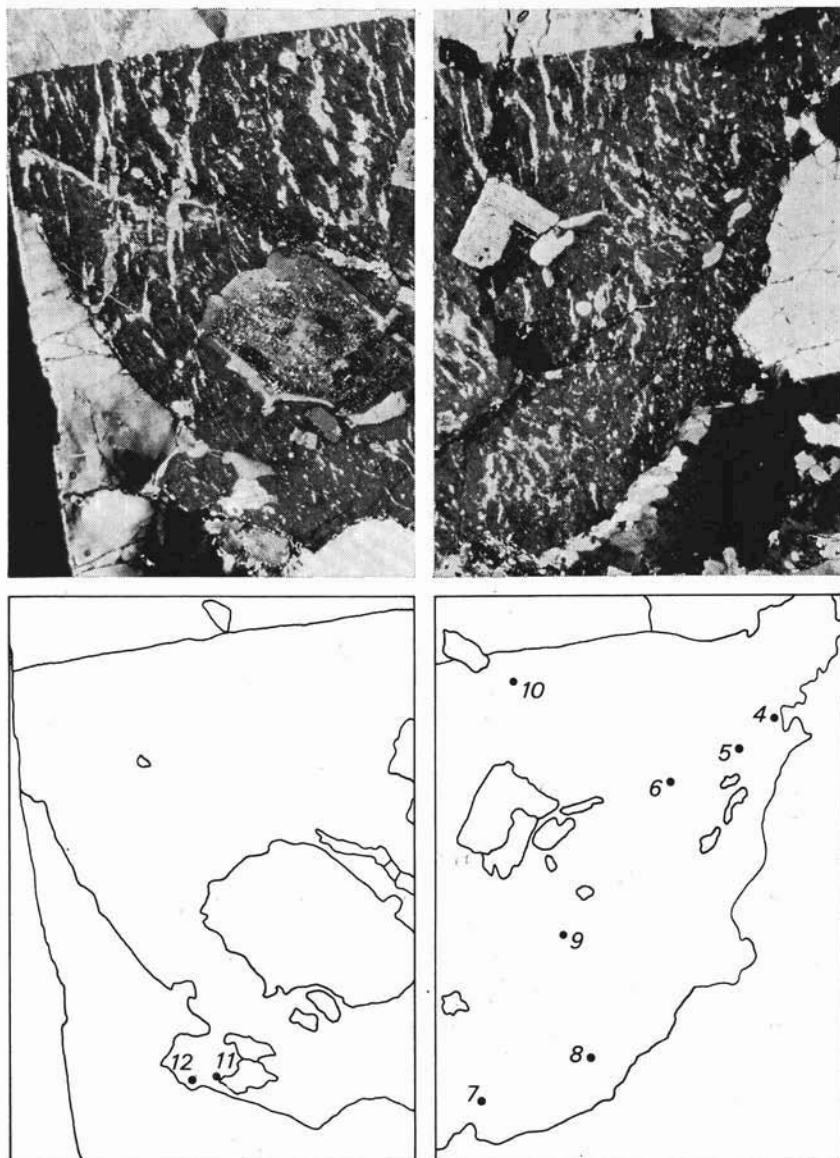


Fig. 2. — Settori del macrocrystallo di fig. 1, ingranditi, e distribuzione dei punti nei quali è stato possibile eseguire determinazioni ottiche « complete ».
(nicols incr.; ingr. lin. 13,5)

costituiscono mono cristalli (fig. 6), cioè modificazioni non geminate a scala sub-microscopica, in cui il tenore di Ab in soluzione solida, valutato sia pure in modo approssimativo, oscilla intorno a valori molto bassi (fig. 7).

Le varianti strutturali identificate sono rappresentative dello stato strutturale medio dei K-feldspati del campione di granito considerato. Infatti i valori delle costanti ottiche determinate sono in pieno accordo con quelli dei parametri stabiliti da DE POL (1970) per via röntgenografica su polveri. Il valore medio $\Delta_{op} = 0,95$, cui fra l'altro corrispondono anche elevati angoli d'estinzione su (001) (tabella II), risulta molto prossimo ai valori di $\Delta_{oss} = 0,92$ e $\Delta_{calc} = 0,96$. I valori elevati di $2V_x$ forniscono indicazioni sullo stato strutturale, convergenti con quelle ricavate dai valori di $b(\text{\AA}) = 12,965$, $c(\text{\AA}) = 7,218$, $\alpha^* = 90^\circ 24'$, $\gamma^* = 92^\circ 15'$. Infine dai valori di $a(\text{\AA}) = 8,583$ e $V(\text{\AA})^3 = 721,9$ sono stati determinati da DE POL (1970) tenori di Ab (% molare) in soluzione solida rispettivamente pari a 2% e 0%.

4.2. - Varianti strutturali del 2° gruppo.

Le varianti strutturali n. 4, 5, 6, 7 sono state identificate nel macrocristallo, e precisamente nell'estremo settore di destra del gemello che appare in estinzione in fig. 1. Le aree corrispondenti alle varianti n. 4, 5, 6 sono adiacenti, mentre l'area relativa alla variante n. 7 sembra essere a sè stante (fig. 2).

Globalmente tale gruppo di varianti risulta compreso fra i punti rappresentativi del microclino massimo (n. 13) e del microclino intermedio (n. 15) di MARFUNIN (1961 a) (fig. 4). Lo stato strutturale viene confermato anche dai valori di $2V_x$ e Δ_{op} ; infatti dalla fig. 5 si può rilevare che le varianti del 2° gruppo nel complesso, a meno di piccole oscillazioni imputabili probabilmente a imprecisione delle misure, sono situate a cavallo dei campi microclino massimo-microclino intermedio. Esse rappresentano sostanzialmente monocristalli: appare piuttosto dubbia una geminazione sub-microscopica non bilanciata nelle aree corrispondenti alle varianti n. 4 e 7 (fig. 6).

Dai valori di $2V_x$ e dell'angolo d'estinzione su (010) (fig. 7) si rileva che le varianti n. 4, 5, 6 presentano tenori di Ab abbastanza prossimi fra loro, ma anomali in relazione al corrispondente stato strutturale, in quanto troppo elevati. La variante n. 7 presenta invece comportamento differente in senso opposto.

Per quanto i valori di composizione forniti dal diagramma di fig. 7 siano approssimativi, tuttavia appare indiscutibile la differenza di composizione rilevata fra le varianti n. 4, 5, 6 e la variante n. 7. Perciò, indipendentemente dal valore del tenore di Ab deducibile dal diagramma, si può ritenere che effettivamente le varianti n. 4, 5, 6 presentino tenori di Ab più elevati che tutte le altre varianti prese in esame. Dato poi che esse occupano aree contigue nel macrocristallo la deduzione effettuata appare più plausibile in quanto in un individuo di ragguardevoli dimensioni è abbastanza probabile che nel corso dei processi di cristallizzazione si siano prodotti fenomeni atti a determinare disomogeneità composizionali.

Per quanto riguarda lo stato strutturale, le varianti del 2° gruppo globalmente sembrano essere abbastanza simili a quelle del 1° gruppo, le quali, come si è già visto, sono rappresentative dello stato strutturale medio dei K-feldspati della roccia. Esse tuttavia se ne differenziano, oltre che per la rilevata anomalia composizionale, anche perché il grado di ordine Al/Si appare sensibilmente inferiore.

4.3. - Varianti strutturali del 3° gruppo.

Si tratta di una singola variante strutturale (variante n. 8) identificata nel macrocristallo nell'estremità destra del sub-individuo su cui è stato possibile effettuare determinazioni (fig. 1 e 2).

Come si può vedere dalla fig. 4, lo stato strutturale è direttamente correlabile con quello del microclino massimo geminato sub-microscopicamente (= ortoclasio basso, n. 14) e con quello del microclino intermedio geminato sub-microscopicamente (= ortoclasio intermedio, n. 16) di MARFUNIN (1961 a). I valori di $2V_x$ e Δ_{op} collocano il punto rappresentativo della variante identificata (fig. 5) esattamente al limite fra i campi dell'ortoclasio triclino intermedio e dell'ortoclasio triclino basso.

L'area del macrocristallo cui corrisponde questa variante strutturale non rappresenta più, come nelle precedenti varianti, un monocristallo, bensì un geminato a scala non visibile, non bilanciato (fig. 6). Il grado di equilibrio, tuttavia, è piuttosto elevato, in quanto il valore di Δ_{op} è molto basso ($\Delta_{op} = 0,22$); se fosse $\Delta_{op} = 0$ il geminato sarebbe perfettamente bilanciato o in equilibrio. In questo caso, per quanto la geminazione non sia completamente bilanciata, il valore di $\perp(001) \wedge Y$ risulta leggermente inferiore a quello dell'angolo d'estin-

zione su (010) (BLASI, 1972 b), a causa di lievi errori di misura. La posizione in proiezione stereografica $\perp [100]$ (fig. 4) degli assi ottici, in particolare di B, come anche il valore elevato di $B_{\text{san}} \wedge B$ (tabella II), confermano che la variante in esame non rappresenta un monocristallo.

Dai valori di $2V_x$ e dell'angolo d'estinzione su (010) si può dedurre (fig. 7) che la composizione è simile a quella delle varianti del 1° gruppo ed è conforme allo stato strutturale identificato.

Il riconoscimento di questa variante richiama l'ipotesi formulata da MALLARD (1876), il quale considerò l'effetto ottico risultante da geminazioni a scala molto fine in vari minerali, tra i quali ortoclasio e microclino. Per quanto concerne il K-feldspato MALLARD (1876) concluse che il minerale può apparire monoclinico soltanto a causa di geminazioni non visibili di materiale triclinico, quale appunto è il microclino. LAVES (1950) ha rilevato che tale ipotesi non è sempre valida in quanto esistono oltre a K-feldspati pseudo-monoclini, perché composti di microclino finemente geminato in modo bilanciato, anche K-feldspati realmente monoclini.

L'indice di triclinismo röntgenografico Δ non è sensibile a variazioni di simmetria relative a geminazioni sub-microscopiche; solo nel caso in cui queste siano a scala minore Δ può assumere valore nullo (GOLDSMITH & LAVES, 1954). In seguito allo studio del comportamento all'infrarosso di K-feldspati, HAFNER & LAVES (1957) hanno confermato, per alcuni di questi, comportamento ottico e röntgenografico monoclinico, mentre in realtà essi sono costituiti da materiale triclinico geminato a scala sub-röntgenografica. Il fatto che röntgenograficamente si osservi triclinismo « zero » dipende oltre che dalle dimensioni dei singoli gemelli triclinici anche dalla loro reciproca influenza (LAVES, 1952 a; 1952 b; GOLDSMITH & LAVES, 1954).

HAFNER & LAVES (1957) rilevano che questi risultati non possono essere verificati con ricerche röntgenografiche per motivi di principio. Infatti a causa dello pseudo-monoclinismo del materiale finemente geminato i riflessi hkl e $h\bar{k}l$ risultano sovrapposti nei röntgenogrammi; pertanto le differenti intensità non possono venire misurate ed ogni tentativo di determinazione di struttura diventa sperimentalmente inattuabile.

Appare possibile riconoscere la presenza di geminazioni sub-microscopiche e sub-röntgenografiche integrando le indagini ottiche con quelle a raggi X. MARFUNIN (1961 a; 1961 b) ha rilevato che misura

del grado di ordine Al/Si indipendentemente dalla presenza di geminazioni non visibili è il valore di $2V$ e non quello dell'indice di triclinismo ⁽⁵⁾. Per $2V_x > 44^\circ$ [\perp (010)] se il K-feldspato appare otticamente monoclinico ($\Delta_{op} = 0$) significa che esso è geminato sub-microscopicamente in modo bilanciato; se risulta essere anche röntgenograficamente monoclinico con $\Delta = 0$, esso è geminato a scala sub-röntgenografica sempre in modo bilanciato (MARFUNIN, 1964).

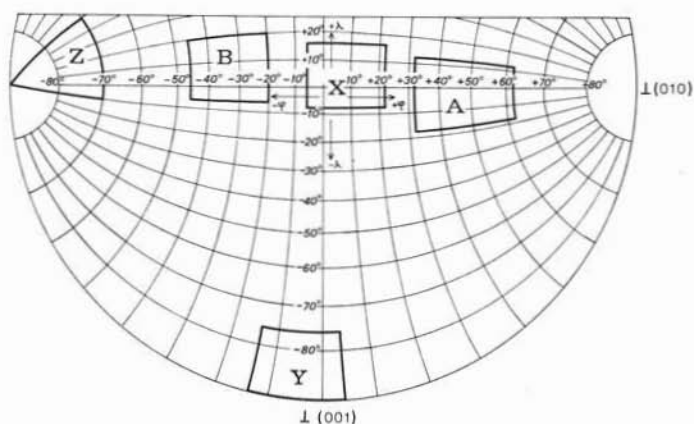


Fig. 3. — Stereogramma \perp [100] impiegato per rappresentare l'orientazione ottica delle varianti strutturali dei K-feldspati esaminati. I campi delimitati con tratto più spesso indicano le aree entro cui risultano comprese le proiezioni stereografiche dei poli di Z, Y, X, A, B delle varianti identificate.

Per quanto riguarda la variante strutturale n. 8 è difficile precisare se i sub-individui si presentino solo a scala sub-microscopica o anche a scala sub-röntgenografica. I valori di Δ determinati da DE POL (1970), essendo tutti molto elevati, non appaiono decisivi nella fattispecie. Lo stato strutturale identificato otticamente appare rarissimo nei K-feldspati del campione di granito esaminato, e conseguentemente gli altri possibili geminati a scala non visibile presenti, anche se fossero tutti geminati sub-röntgenograficamente, non potrebbero aver influenzato i valori di Δ che in misura del tutto trascurabile.

⁽⁵⁾ Del resto pienamente confermato da altri autori (cfr. FINNEY & BAILEY, 1964; LAVES & VISWANATHAN, 1967; WRIGHT & STEWART, 1968; SMITH, 1970).

L'identificazione nel macrocristallo di aree geminate non visibilmente può fornire informazioni sulla minerogenesi dell'individuo e quindi indirettamente sulla petrogenesi dei graniti medesimi.

L'aumento di simmetria, per l'ottica integrata, si verifica sia nel caso che il minerale sia geminato polisinteticamente secondo la legge dell'albite o del periclino, sia contemporaneamente secondo entrambe le leggi (LAVES, 1950; MARFUNIN, 1959; 1960). Nel macrocristallo in esame è probabile che sussista la combinazione delle leggi dell'albite e del periclino, in quanto macroscopicamente nei microclini la coesistenza di tali leggi appare senz'altro più frequente che non l'esistenza delle singole leggi. Poiché questa peculiare proprietà cristallografica del microclino rappresenta (LAVES, 1950) la logica conseguenza di una inversione da una preesistente fase monoclina, il fatto di aver individuato nel macrocristallo aree geminate in modo non visibile, depone a favore di una probabile genesi primaria monoclina.

A conferma di ciò è possibile addurre altre argomentazioni. In vari settori del macrocristallo si osservano tipiche estinzioni a chiazze. LAVES (1950) ritiene che l'estinzione «ondulata»⁽⁶⁾, variabile da punto a punto, in K-feldspati otticamente triclini senza lamelle di geminazione visibili, sia imputabile o a variazioni localizzate di deviazione dalla simmetria monoclina oppure a differenze nella quantità delle diverse serie di sub-individui che danno origine a un geminato non bilanciato a scala sub-microscopica. Nel primo caso il minerale probabilmente deriva da una fase monoclina (GOLDSMITH & LAVES, 1954), nel secondo caso ciò avviene con certezza (LAVES, 1950). BAMBAUER (1969) ritiene in particolare che l'estinzione a chiazze sia caratteristica dello stadio di transizione al microclino visibilmente geminato a graticcio.

Che il macrocristallo in esame derivi da un processo di inversione monoclinico-triclinico sembra essere confermato anche dal fatto che esso è geminato Carlsbad. Tale legge di geminazione, infatti, almeno per quanto riguarda i plagioclasti, viene riscontrata prevalentemente in rocce di temperatura relativamente elevata (SLEMMONS, 1962).

(6) Chi scrive preferisce impiegare il termine estinzione a «chiazze», riservando la locuzione estinzione «ondulata» all'analogo fenomeno presentato da molti minerali delle rocce (quarzo, miche, feldspati ecc.) in seguito ad atti deformanti.

4.4. - *Relazioni 2V/triclinismo e stati stabile/instabile nelle varianti identificate.*

Secondo HAFNER & LAVES (1957) non appare esistere alcuna relazione univoca tra triclinismo röntgenografico Δ e distribuzione Al/Si in stati strutturali che non si siano formati sotto condizioni di equilibrio. Di conseguenza LAVES (1960 a; 1960 b) ha ritenuto opportuno distinguere fra stati « stabili » e « instabili », intendendo come « stabile » uno stato in cui la distribuzione Al/Si può essere stabile sotto condizioni di equilibrio.

Tenendo conto dell'esistenza di modificazioni instabili, successivamente, LAVES & VISWANATHAN (1967) hanno elaborato in base ai valori di 2V e del triclinismo röntgenografico Δ uno schema interpretativo atto a caratterizzare dal punto di vista strutturale i K-feldspati.

MARFUNIN (1961 b; 1966) pur avendo esaminato un gran numero di K-feldspati riporta di non aver mai rilevato l'esistenza di varianti strutturali instabili. Pertanto, l'analogo schema 2V/triclinismo ottico (Δ_{op}) non contempla l'esistenza di tali modificazioni.

La costruzione del diagramma 2V/triclinismo, e conseguentemente l'interpretazione strutturale dei K-feldspati, è condizionata dalla determinazione del valore di 2V che consente di separare modificazioni realmente monocline da varianti pseudo-monocline o triline.

MARFUNIN (1966) pone al limite fra sanidino basso (= realmente monocline) e ortoclasio geminato sub-microscopicamente in modo bilanciato (= pseudo-monocline) lo SPENCER C, che presenta un valore di $2V_x [\perp (010)]$ pari a circa 44° . FINNEY & BAILEY (1964) ritengono che il valore di $2V_x$, avente medesimo significato strutturale, sia un po' più elevato di quello dello SPENCER C e probabilmente prossimo a circa 50° (in proposito cfr. anche BAMBAUER, 1969). BARTH (1969) stima che tale valore di $2V_x$ sia ancora più elevato e pari a 60° .

E' stato osservato che non tutte le fasi che mostrano bassi valori di $2V_x$ sono realmente monocline (BAMBAUER & LAVES, 1960; MICHAELIS DE SÁENZ, 1963). BAMBAUER (1969) rileva che ciò accade soprattutto per le adularie, che rappresentano in genere modificazioni instabili di bassa temperatura (cfr. anche GUBSER & LAVES, 1967; NISSEN, 1967). Tali varianti non si inquadrano nel « normale » schema ottico dei K-feldspati secondo MARFUNIN (1961 b) appunto perché la loro ottica può essere tricline anche per valori di $2V_x$ che sono caratteristici in genere solo di simmetria monocline.

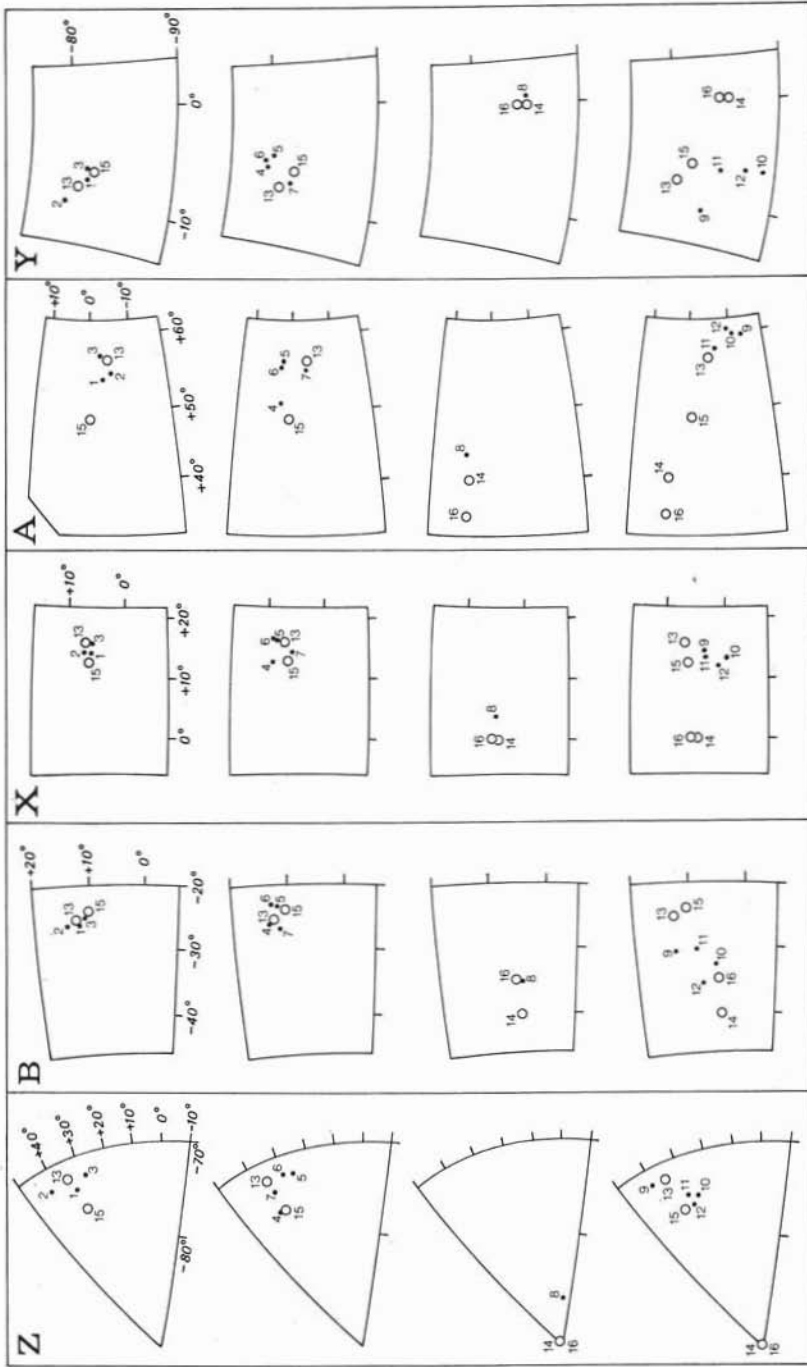


Fig. 4.

Tenendo conto di ciò, LAVES & VISWANATHAN (1967) hanno rilevato che deve esistere una $T_{S/M}$ al di sopra della quale il K-feldspato è realmente monoclinico (sanidino) in condizioni stabili e al di sotto della quale è triclinico (microclino), analogamente sotto condizioni di equilibrio. In corrispondenza di tale $T_{S/M}$ il sanidino dovrebbe avere il più alto grado di ordine Al/Si e conseguentemente il più elevato valore di $2V_X [\perp (010)]$ possibile sotto condizioni di equilibrio. LAVES & VISWANATHAN (1967) hanno concluso che tale valore di $2V_{S/M}$, eguale a circa 44° secondo MARFUNIN (1966), deve essere almeno pari a 63° .

COLVILLE & RIBBE (1968), che hanno effettuato l'affinamento delle strutture cristalline dello SPENCER C e dello SPENCER B, rilevano che quest'ultimo K-feldspato presenta $2V_X [\perp (010)]$ eguale a $\sim 65^\circ$. Secondo tali autori lo SPENCER B, monoclinico, rappresenta il limite dei campi dei K-feldspati a reale simmetria monoclinica; pertanto essi attribuiscono al valore di $2V_X$ dello SPENCER B significato analogo a quello di $2V_{S/M}$ stabilito da LAVES & VISWANATHAN (1967).

RAGLAND (1970) ha identificato in uno stesso cristallo la coesistenza di varianti tricline e di modificazioni aventi il più alto grado di ordine Al/Si possibile per un K-feldspato che appare monoclinico in base ai valori di Δ . Il valore di $2V_X$ di tali modificazioni è eguale a $66-68^\circ$, e RAGLAND (1970) attribuisce ad esso lo stesso significato dato da LAVES & VISWANATHAN (1967) e da COLVILLE & RIBBE (1968) a quello di $2V_{S/M}$.

A questo punto è opportuno sottolineare che l'affinamento eseguito da COLVILLE & RIBBE (1968) rappresenta una struttura media monoclinica, sia per lo SPENCER C che per lo SPENCER B. E' stato assunto, infatti, che tali K-feldspati avessero simmetria monoclinica con gruppo spaziale identico a quello del sanidino ($C2/m$) anche se in

Fig. 4. — Aree del reticolo di WULFF corrispondenti a quelle delimitate in fig. 3 con tratto più spesso, ingrandite. I punti rappresentativi delle varianti strutturali identificate sono stati numerati progressivamente e suddivisi in 4 gruppi: 1°) n. 1, 2, 3; 2°) n. 4, 5, 6, 7; 3°) n. 8; 4°) n. 9, 10, 11, 12. Il 1° gruppo comprende le varianti strutturali corrispondenti a 3 differenti K-feldspati dello stesso campione di granito cui appartiene il macrocristallo di fig. 1 e 2, mentre i restanti gruppi includono le varianti identificate in quest'ultimo. Sono state rappresentate anche alcune varianti strutturali « tipo » tratte da MARFUNIN (1961 a): microclino massimo (n. 13), ortoclasio basso (n. 14), microclino intermedio (n. 15), ortoclasio intermedio (n. 16).

realtà la simmetria appare inferiore in relazione ad una chiara struttura a domini.⁵ Tali domini presentano dimensioni dell'ordine di grandezza dell'unità di cella e simmetria triclinica; inoltre sono orientati in modo tale che se fossero sufficientemente grandi dovrebbero assumere l'orientazione di un geminato albite e periclino (cfr. anche QUARENI, 1971).

WRIGHT & STEWART (1968) ritengono che lo SPENCER B può essere considerato il K-feldspato più altamente ordinato avente simmetria « monoclina », se esaminato ai raggi X con il metodo delle polveri. Tuttavia nella loro classificazione dei K-feldspati, tali autori pongono il campione P 50-56 F, che è equivalente allo SPENCER C, come limite fra i sanidini e gli ortoclasii.

I diagrammi 2V/triclinismo realizzati da MARFUNIN (1961 b) e da LAVES & VISWANATHAN (1967) si differenziano anche per quanto riguarda la nomenclatura delle diverse modificazioni di stato solido. In sintesi, tra i due schemi si possono riassumere le seguenti differenze:

1) nel grafico di LAVES & VISWANATHAN (1967) viene contemplata l'esistenza di K-feldspati stabili e instabili; la « linea dei microclini » interseca l'asse delle ordinate nel punto $2V_X = 63^\circ$; il grafico è stato costruito in base ai valori di 2V e del triclinismo röntgenografico Δ ;

2) nel grafico di MARFUNIN (1961 b) non vengono presi in considerazione i K-feldspati instabili; la « linea dei microclini » interseca l'asse delle ordinate nel punto $2V_X = 44^\circ$; lo schema interpretativo è stato costruito in base ai valori di 2V e Δ_{op} . Ciononostante, in tutti i casi possibili, per uno stesso campione è stato controllato anche il valore di Δ e sono stati effettuati röntgenogrammi su cristallo singolo.

Occorre rilevare che nel grafico di LAVES & VISWANATHAN (1967) la « linea dei microclini » comprende solo monocristalli. Se la medesima linea viene riportata sul grafico di MARFUNIN (1961 b) essa comprende geminati non bilanciati, e nei due punti di intersezione con le ordinate e con le ascisse, rispettivamente una variante geminata in modo equilibrato e una modificazione rappresentata da un monocristallo.

Per quanto riguarda la linea delle ordinate, secondo l'interpretazione di LAVES & VISWANATHAN (1967) per uno stesso valore di $2V_X < 63^\circ$ [$\perp(010)$] o di $2V_X < 60^\circ$ [$\parallel(010)$] si ha un K-feldspato che può essere monoclinico non geminato (stabile) oppure monoclinico perchè geminato in modo bilanciato (instabile). Nello schema interpreta-

tivo di MARFUNIN (1961 b) la linea delle ordinate per valori di $2V_X$ [\perp (010)] variabili da 63° a 44° comprende esclusivamente K-feldspati monoclini perchè geminati in modo equilibrato, mentre per valori di $2V_X < 44^\circ$ [\perp (010)], come pure per tutti i valori di $2V_X < 60^\circ$ [|(010)], comprende soltanto K-feldspati monoclini non geminati, ossia monocristalli.

L'interesse maggiore che appare dallo schema interpretativo di LAVES & VISWANATHAN (1967) è quello di mettere in evidenza l'esistenza di K-feldspati instabili. Ciò risulta di grande ausilio non solo per la mineralogia e la cristallografia dei K-feldspati, ma anche per le interpretazioni petrologiche che dallo studio di questi possono più compiutamente essere elaborate.

Tuttavia uno schema interpretativo dei K-feldspati dovrebbe tener conto, tramite gli opportuni sensibili parametri, del grado di ordine Al/Si e della sua stabilità/instabilità, nonchè dell'esistenza di modificazioni geminate a scala sia sub-microscopica sia sub-röntgenografica e del loro grado di equilibrio. Lo schema di MARFUNIN (1961 b), pur non considerando le varianti instabili, ha il pregio di consentire, come è stato già detto, il riconoscimento di geminazioni sub-microscopiche.

Uno schema interpretativo dei K-feldspati sulla base delle relazioni $2V$ /triclino che non consenta incertezze nell'identificazione dello stato strutturale può rendere meno complesse le interpretazioni petrologiche. Il disagio derivante dalla impossibilità di poter effettuare una univoca determinazione dello stato strutturale viene avvertito in molti studi recenti di carattere petrologico (cfr. ad es. TRIAT, 1969).

Chi scrive, indipendentemente da altre considerazioni, ha utilizzato lo schema interpretativo dei K-feldspati secondo MARFUNIN (1961 b) in quanto l'indice di triclino determinato è quello ottico Δ_{op} e non quello röntgenografico Δ . D'altra parte i valori di Δ a disposizione per questo lavoro, ripresi da DE POL (1970), non possono essere utilizzati in modo diretto in quanto rappresentano un valore medio di tutti i K-feldspati del campione di granito considerato. Tuttavia è stato preso in esame anche il grafico di LAVES & VISWANATHAN (1967) per cercare di definire gli stati stabile/instabile delle varianti dei K-feldspati studiati.

Le varianti strutturali identificate, escludendo la n. 8 e quelle « fuori schema », presentano valori tali di $2V$ e del triclino, che sarebbe indifferente impiegare il diagramma di LAVES & VISWANATHAN (1967) o quello di MARFUNIN (1961 b) per stabilirne lo stato struttu-

rale. I punti rappresentativi di tali modificazioni sono situati infatti nei due diagrammi in settori nei quali si ha praticamente coincidenza concettuale fra le due interpretazioni. Infatti dato che Δ_{op} presenta valori massimi, per ragioni cristallografiche, deve essere $\Delta_{op} = \Delta$. Pertanto le varianti strutturali del 1° e del 2° gruppo devono essere considerate modificazioni stabili, non geminate, ad elevato grado di ordine Al/Si.

Per quanto riguarda la variante n. 8, contrariamente alle varianti del 1° e del 2° gruppo, non si può fare a meno di tener conto del differente significato cristallografico dei parametri Δ e Δ_{op} . Se sussistesse l'eguaglianza $\Delta_{op} = \Delta$ la variante n. 8 rappresenterebbe una fase instabile geminata sub-röntgenograficamente. Se invece fosse $\Delta_{op} < \Delta$, per Δ sufficientemente elevato e conforme al valore di $2V_x$, la variante n. 8 dovrebbe essere interpretata come una fase stabile strutturalmente analoga alle precedenti dalle quali può essere, tuttavia, differenziata solo per essere geminata a scala sub-microscopica in modo non bilanciato.

4.5. - Varianti strutturali del 4° gruppo (varianti « fuori schema »).

4.5.1. - La controversa questione dell'esistenza di K-feldspati positivi.

Le varianti strutturali n. 9, 10, 11, 12 del 4° gruppo sono state denominate « fuori schema » in quanto sono caratterizzate da parametri tali da non consentire la loro classificazione mediante gli schemi interpretativi di MARFUNIN (1961 b) e di LAVES & VISWANATHAN (1967).

Tali modificazioni appaiono otticamente positive. L'esistenza di K-feldspati che presentano questa proprietà anomala è nota da tempo. DUPARC (1904) è il primo autore che segnala l'esistenza di K-feldspati positivi. Egli riporta di aver trovato nelle rocce granitiche di Troïtsk (Urali settentrionali) un ortoclasio anomalo la cui orientazione ottica è quasi identica a quella dell'ortoclasio ordinario, ma il cui segno ottico è nettamente positivo. Dato lo stato dei cristalli, l'autore non ha potuto misurare il valore di $2V$; comunque esso è in ogni caso relativamente piccolo e probabilmente leggermente variabile. L'autore riporta di aver rinvenuto precedentemente, senza tuttavia dare importanza al ritrovamento, alcune rare sezioni d'ortoclasio caratterizzate dalla medesima anomalia, soprattutto nel « protogino » del M. Bianco. DUPARC (1904) ha proposto il nome di « isortose » per tali ortoclasii anomali.

Microclini positivi, con $2V_z = 83-85^\circ$, sono stati riconosciuti per la prima volta da LUCZIKY (1905), nel granito di Kössein (Fichtelgebirge). L'autore, in analogia all'iso-ortoclasio di DUPARC (1904), ha denominato tali K-feldspati « iso-microclini ».

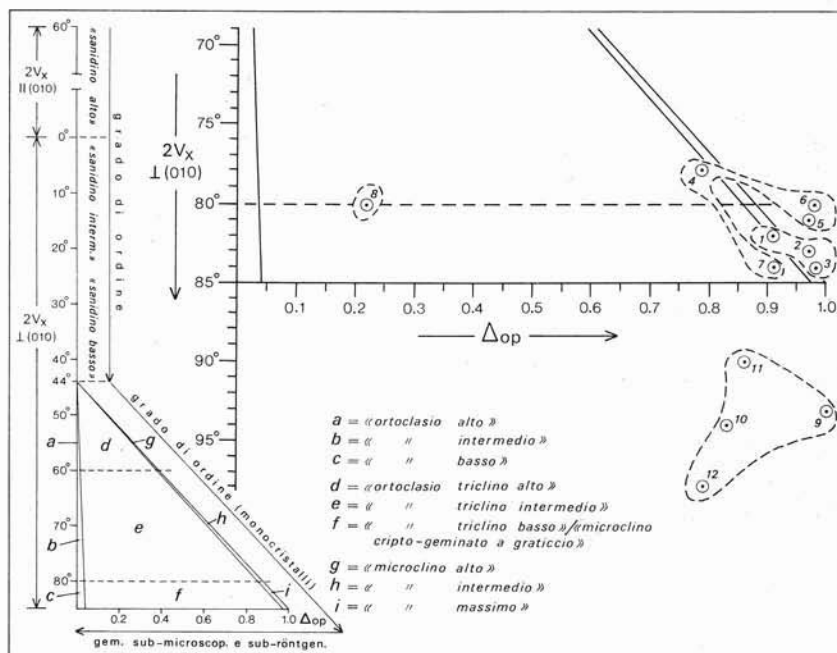


Fig. 5. — Diagramma $2V_x$ /indice di triclinità Δ_{op} : a sinistra, è rappresentato lo schema interpretativo dei K-feldspati secondo MARFUN (1961 b); a destra, in alto, la porzione ingrandita del medesimo diagramma relativa ai valori più elevati di $2V_x$ con i punti rappresentativi delle varianti strutturali identificate. Nel complesso esse presentano grado di ordine Al/Si e triclinità elevati; soltanto la variante n. 8 presenta triclinità piuttosto basso; le varianti otticamente positive n. 9, 10, 11, 12 (« iso-microclino » Auct.) cadono fuori schema.

In tempi successivi K-feldspati otticamente positivi sono stati segnalati da altri autori. LACROIX (1928) ha identificato rare ma grandi lamine peclitiche di iso-ortoclasio in alcune « tahititi » della Polinesia australe. BARTH (1933) ha riconosciuto iso-ortoclasio negli gneiss granitici della Virginia settentrionale. L'autore presenta una proiezione

stereografica \perp [001] dell'iso-ortoclasio e i parametri seguenti: $Z \wedge \perp (010) = 0^\circ$; $Y \wedge \perp (001) = 0^\circ$; $X \wedge a = 0^\circ$; $2V_Z = 86^\circ$; $\gamma = 1,528$, $\alpha = 1,523$. Tsuboi (1936) fornisce ragguagli sull'iso-ortoclasio trovato da H. Koide in hornfels a biotite + cordierite + granato, circa 180 km a SW di Tokyo. Tali K-feldspati hanno dimensioni di 0,1-0,3 mm e appaiono idioblastici o ipidioblastici con inclusioni di biotite, magnetite, quarzo e talora sericite. Vengono riportati una proiezione stereografica \perp [001] e i parametri seguenti: $Z \wedge \perp (010) = 0^\circ$; $X \wedge \perp (001) = 6-7^\circ$; $Y \wedge \perp (100) = 9-10^\circ$; $2V_Z$ variabile da 83° (positivo) a 100° (negativo); $\beta_D = 1,522-1,525$ e $\beta_D - \alpha_D = 0,002-0,003$.

Anderson & MacLellan (1937) hanno preso in esame considerevoli quantità di un feldspato non geminato, otticamente positivo e con birifrangenza e indici più bassi di quelli dell'albite, rinvenuto da G. H. Anderson nel Northern Inyo Range (California-Nevada). In particolare D. D. MacLellan, che ha effettuato ricerche ottiche, ha potuto stabilire che il minerale appartiene al sistema triclinico; che l'angolo d'estinzione di Z con le tracce di sfadatura {010} è uguale a $10-15^\circ$, quello di X con le tracce di sfaldatura {001} è pari a $7-10^\circ$; che $2V_Z$ varia da 80° a 86° con estremi di 64° e 89° ; $\gamma = 1,524$, $\beta = 1,520$ e $\alpha = 1,518$. L. Pauling e J. H. Sturdivant, mediante studio röntgenografico, hanno confermato il carattere triclinico del minerale concludendo che esso, per molti aspetti, appare differente sia dal microclino che dall'ortoclasio. M. Hassler ha inoltre determinato la seguente composizione: $K_2O = 11\%$; $Na_2O = 2,7\%$; $CaO = 0,3\%$; $BaO = \sim 0,5\%$; $SrO = \sim 0,01\%$; $MgO = \sim 0,02\%$; $Fe_2O_3 = \sim 0,04\%$.

Gysin (1948) segnala nei graniti dell'Aar microclini con $2V_X$ variabile sino a 90° ; l'autore ha determinato valori angolari di $\perp (001)$ rispettivamente con Z, Y, X oscillanti di pochi gradi intorno a 82° , 12° , 81° . Kazakov (1956), che ha effettuato uno studio statistico del valore di $2V$ nei microclini delle magmatiti acide del « Mama Complex » (Altipiano del Nord Bajkal), ha trovato che circa 1/4 dei microclini esaminati presenta $2V_Z$ variabile da 70° a 90° . Reinhard (1964) ha osservato che i microclini degli ortogneiss della « Zona Ceneri » (Ticino meridionale) presentano $2V_X$ variabile da 72° a 90° mentre i valori più frequenti oscillano intorno a $2V_X = 88-90^\circ$; l'autore riporta di aver riscontrato un'unica volta $2V_Z = 80^\circ$.

L'anomalia ottica presa in considerazione è stata osservata non solo nei feldspati potassici in senso stretto, ma anche in quelli sodico-potassici ed in quelli ternari. A questi ultimi, per motivi che potranno

essere dedotti da quanto segue, molto probabilmente appartengono anche i feldspati descritti da LACROIX (1928) (cfr. in proposito anche BARTH, 1969).

HUCKENHOLZ (1965) ha segnalato l'esistenza di feldspati alcalini otticamente positivi con valori di $2V_X$ intorno a 130° (estremi di $116-175^\circ$) nella massa di fondo delle vulcaniti terziarie dell'Eifel settentrionale. Tali feldspati, costituiti dal 31-41% in peso di Or, presentano estinzione ondulata, geminazioni non sempre visibili e indici di rifrazione inferiori a quelli del balsamo del Canada ($< 1,54$). In particolare sono stati identificati un Na-sanidino con $2V_X = 121^\circ$, 40% in peso di Or e riflesso 131 molto sottile e intenso, e una (K, Ca)-monalbite, nel senso di SCHNEIDER & LAVES (1957), con $2V_X = 135^\circ$ (estremi di $122-150^\circ$), composizione $An_{12,6} Ab_{58,8} Or_{28,6}$ e riflesso 131 largo e sfumato in relazione ad una variazione monocli-no/tricli-no.

Tali feldspati secondo HUCKENHOLZ (1965) sono analoghi a quelli descritti da MACDONALD (1942) nella massa di fondo dei basalti alcalini delle Hawaii, ove erano stati in precedenza definiti da BARTH (1930) come anemousiti. MACDONALD (1942), in accordo con i risultati conseguiti da TOMITA (1931; 1933; citato in MACDONALD, 1942) per analoghi feldspati di lave basaltiche del Giappone, ha denominato i feldspati studiati K-oligoclasi e K-andesine. Egli ritiene che le proprietà ottiche anomale siano imputabili alla presenza di quantità più o meno elevate di K-feldspato in soluzione solida, stabile ad alte temperature ma metastabile a temperatura ordinaria. A tali conclusioni l'autore è giunto indipendentemente dalle ricerche di CHUDOBA & ENGELS (1937) secondo le quali la presenza di K nei plagioclasii non modifica in modo rilevante l'orientazione ottica ma produce quasi esclusivamente una forte variazione del valore di $2V$. MACDONALD (1942) non è propenso ad accettare la spiegazione fornita da SUGI (1940) per l'analogo comportamento ottico di alcuni plagioclasii della Manchuria, secondo la quale l'anomalia ottica osservata sarebbe imputabile alla sovrapposizione di lamelle di geminazione a scala sub-microscopica. Nell'interpretazione di HUCKENHOLZ (1965), invece, il fenomeno sarebbe dovuto ad un smistamento molto fine della Na- e K-fase, tale da realizzare una pertite sub-röntgenografica nella quale la Na-fase, in eccesso rispetto alla fase complessiva, darebbe origine al carattere ottico positivo.

E' opportuno tener conto che secondo studi effettuati da MUIR (1962) un notevole aumento di $2V_X$ nei feldspati ternari può essere im-

putabile alla presenza dello ione Ca o alternativamente di plagioclasio calcico come componente dominante della criptopertite.

Indipendentemente da quanto visto sin'ora alcuni autori esprimono serie perplessità sulla fenomenologia osservata, o addirittura ne pongono in dubbio l'esistenza.

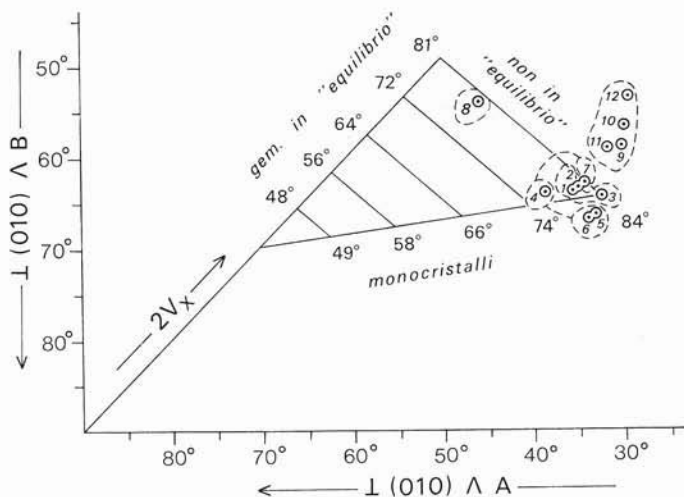


Fig. 6. — Relazioni fra $2V_X$ e $b^* \wedge B/b^* \wedge A$ (MARFUNIN, 1960): il diagramma consente di stabilire se le varianti strutturali del K-feldspato sono rappresentate da monocristalli oppure da geminati a scala sub-microscopica, e di precisare, in quest'ultimo caso, se la geminazione è bilanciata oppure no. La maggior parte delle varianti identificate è rappresentata da monocristalli; soltanto la variante n. 8 appare geminata sub-microscopicamente, con grado di equilibrio molto elevato; le varianti otticamente positive n. 9, 10, 11, 12 (« iso-microclino » *Auct.*) cadono fuori del diagramma.

SMITH & MACKENZIE (1961) ritengono che l'esistenza di iso-ortoclasio e iso-microclino richieda ulteriori conferme prima di poter essere accettata. EMERSON (1964) ha riesaminato i K-feldspati delle rocce in cui ANDERSON & MACLELLAN (1937) avevano identificato considerevoli quantità di iso-microclino; non avendo riscontrato alcun K-feldspato otticamente positivo, l'autore ha concluso che le precedenti determinazioni dovevano essere errate. MARFUNIN (1966) ritiene che l'esi-

stenza di iso-ortoclasio e di iso-microclino non possa essere considerata convincente, o quanto meno come provata. L'opinione di MARFUNIN (1966) molto probabilmente deriva dal fatto che i K-feldspati posti a sua disposizione da alcuni autori come esempi di iso-microclino, in seguito a più accurate osservazioni sono risultati non essere anomali, dimostrando così che le precedenti misure erano dovute ad inaccuratezze. RANKIN (1967), che ha eseguito misure di $2V$ su campioni di soluzioni solide microclino-albite bassa preparate da ORVILLE (1967), ha trovato che esiste una relazione lineare, o quasi, tra $2V$ e composizione. I risultati delle misure di $2V$ indicano secondo l'autore che i K-feldspati con triclinismo massimo sono otticamente negativi e che di conseguenza l'esistenza dell'iso-microclino è altamente improbabile.

Altri autori (cfr. ad es. HINTZE, 1938; WINCHELL & WINCHELL, 1951; ANSILEWSKI, 1961; DEER, HOWIE & ZUSSMAN, 1964; BAMBAUER, 1969; TRÖGER, 1971) accettano la fenomenologia, o quanto meno ne registrano l'esistenza, formulando in rari casi anche ipotesi interpretative. In particolare BAMBAUER (1969) ritiene che il fenomeno sia in relazione alla formazione di criptopertiti, nelle quali un elevato tenore di albite bassa, avente forse una orientazione ottica speciale, determina l'elevato $2V_x$ della indicatrice risultante.

4.5.2. - Caratteri delle varianti del 4° gruppo.

Fra gli autori citati nel precedente paragrafo soltanto BARTH (1933) e TSUBOI (1936) hanno fornito proiezioni stereografiche delle varianti strutturali identificate; in entrambi i casi si tratta però di modificazioni monocline, le cui rappresentazioni grafiche appaiono espresse in modo qualitativo in quanto non risultano corredate dei valori delle coordinate sferiche degli elementi ottici e cristallografici.

Nel presente lavoro viene presentata per la prima volta proiezione stereografica di modificazioni tricline otticamente positive del K-feldspato, insieme con i valori delle coordinate sferiche di tutti gli elementi ottici e cristallografici necessari per una rappresentazione esauriente (tabelle I e II).

Le varianti strutturali « fuori schema » identificate sono situate alle due estremità del macrocristallo: in particolare, le varianti n. 9, 10 sono localizzate nell'estremità di destra e appaiono piuttosto distanti l'una dall'altra, mentre le varianti n. 11, 12 sono situate nell'estremità di sinistra e sono piuttosto prossime fra loro (fig. 1 e 2).

Il valore di $2V_x$ (tabella II), da cui dipende il segno ottico positivo che caratterizza tali modificazioni, è pressochè identico nelle varianti n. 9, 10 per le quali è uguale rispettivamente a 93° e 94° ; esso è invece notevolmente differente nelle varianti n. 11, 12 nelle quali è uguale a 90° e 98° .

A causa degli elevati valori di $2V_x$ anche $\perp (010 \wedge A$ e $\perp (010 \wedge B$ presentano valori più bassi del normale; l'anomalia relativa agli assi ottici A, B risulta evidente anche dai valori di $A_{\text{san}} \wedge A$ e $B_{\text{san}} \wedge B$ rispetto a quelli corrispondenti delle varianti del 1° gruppo (tabella II).

Meno appariscenti sono le anomalie relative ai valori angolari fra Z, Y, X e $\perp (010)$ e $\perp (001)$. Fra queste, le anomalie maggiori sono quelle relative a $Y \wedge \perp (001)$ e in genere quelle concernenti i valori angolari fra Z, Y, X e $\perp (001)$ (tabella II).

In fig. 4 è rappresentata la proiezione stereografica $\perp [100]$ delle varianti « fuori schema » e delle varianti strutturali « tipo » n. 13, 14, 15, 16 di MARFUNIN (1961 a). Dal confronto delle modificazioni rappresentate si può dedurre che le posizioni di Z, X delle varianti « fuori schema » sono prossime a quelle dei corrispondenti parametri delle varianti n. 13, 15, rispettivamente microclini massimo ed intermedio. La posizione di Y appare sensibilmente più anomala, come già rilevato, pur essendo abbastanza prossima a quella degli analoghi parametri delle varianti n. 13, 15. Dalla stessa fig. 4 risulta che le posizioni degli assi ottici B, A sono quelle che presentano maggiori differenze, e in senso opposto. Infatti gli assi ottici B delle varianti « fuori schema » sono compresi fra gli analoghi assi ottici delle varianti n. 13, 15 (microclini massimo ed intermedio) e delle varianti n. 14, 16 (microclini massimo ed intermedio, geminati bilanciati). Le posizioni degli assi ottici A delle varianti « fuori schema » si discostano notevolmente dalle posizioni degli analoghi assi ottici delle varianti n. 14, 16 mentre appaiono più prossime alle posizioni degli assi ottici A delle varianti n. 13, 15. Tale comportamento anomalo, connesso con una migrazione in senso opposto degli assi ottici delle varianti « fuori schema » rispetto ai corrispondenti assi ottici delle varianti n. 13, 15, è dovuto ai valori elevati di $2V_x$. L'effetto è già stato rilevato considerando i valori di $b^* \wedge A$ e $b^* \wedge B$. Ciò fa sì che in fig. 6 i punti rappresentativi delle varianti identificate siano situati al di fuori dei campi d'esistenza segnati. Dalla stessa fig. 6 si può rilevare che per una estensione lineare dei campi raffigurati le varianti « fuori schema » rappresenterebbero geminati non bilanciati.

In sintesi, dall'esame della proiezione stereografica rappresentata in fig. 4, si può dedurre che la posizione degli elementi dell'indicatrice ottica Z, Y, X delle varianti « fuori schema » è molto simile a quella degli analoghi elementi dei microclini massimo ed intermedio (n. 13, 15), a meno della leggera deviazione di Y. Le posizioni degli assi ottici A, B sono soggette invece a maggiori irregolarità che le discostano sensibilmente da quelle dei parametri analoghi delle medesime varianti strutturali tipo. E' tuttavia molto importante rilevare che tali irregolarità sono rappresentate da variazioni spaziali dell'orientazione degli assi ottici che rientrano in una chiara estrapolazione quasi lineare delle rispettive orientazioni delle varianti strutturali tipo n. 13, 15; con ciò si vuole rilevare che non si osserva cioè alcun rapporto spaziale con le corrispondenti orientazioni degli assi ottici dell'albite bassa.

Poichè gli angoli d'estinzione su (010) appaiono fortemente anormali (tabella II) le varianti strutturali n. 9, 10, 11, 12 non sono state rappresentate nel grafico di fig. 7.

L'indice di triclinismo ottico Δ_{op} (tabella II) per la variante n. 9 raggiunge il valore massimo, mentre per le restanti modificazioni n. 10, 11, 12 globalmente appare sensibilmente inferiore rispetto al valore medio $\Delta_{op} = 0,95$ dei K-feldspati della roccia, rappresentati dalle varianti del 1° gruppo.

Sulla base dei valori $2V_x/\Delta_{op}$, la rappresentazione delle varianti n. 9, 10, 11, 12 in fig. 5 mette in evidenza chiaramente l'anomalia riconosciuta e la relativa posizione « fuori schema ».

4.5.3. - Discussione sul significato delle varianti del 4° gruppo.

Dai dati di vari autori (BARTH, 1933; TSUBOI, 1936; ANDERSON & MACLELLAN, 1937) risulta che gli indici di rifrazione di K-feldspati otticamente positivi presentano, almeno in parte, valori leggermente superiori a quelli corrispondenti stabiliti da TUTTLE (1952) per i termini puri potassici. Ciò lascia presupporre che nei K-feldspati positivi sia presente un certo tenore di Ab in soluzione solida, sia pure variabile e non particolarmente elevato. D'altra parte ripetute osservazioni mostrano che l'anomalia del segno ottico positivo appare molto frequente in feldspati ternari.

Si è già rilevato che le varianti del 1° gruppo, rappresentative dello stato strutturale medio dei K-feldspati del campione di granito considerato, presentano valori dell'angolo d'estinzione su (010) piuttosto

bassi (4-4,75°). Ciò consente di ritenere che il tenore di Ab in soluzione solida sia trascurabile, in accordo, del resto, con quanto stabilito per via röntgenografica da DE POL (1970), secondo cui Ab (% molare) = 0-2%. Al contrario buona parte delle varianti identificate nel macrocristallo (n. 4, 5, 6) presenta valori dell'angolo d'estinzione su (010) più elevati (6,75-7,50°). Nel macrocristallo sono state individuate anche varianti (n. 7, 8) con valori dell'angolo d'estinzione analoghi a quelli delle varianti del 1° gruppo. Pertanto si deve dedurre che il macrocristallo presenti composizione variabile da punto a punto e che in esso prevalgano aree aventi tenori relativamente elevati di Ab. Ciò non sarebbe compatibile con lo stato strutturale altamente ordinato del macrocristallo, in quanto GOLDSMITH & LAVES (1961) ritengono che la maggior parte dei microclini massimi non possa contenere più del 5% di Ab. Tuttavia tale asserzione appare troppo restrittiva; ORVILLE (1967) ha rilevato infatti che nei comuni microclini naturali molto spesso si osserva un tenore di Ab che può essere anche doppio di quello indicato da GOLDSMITH & LAVES (1961). Ciò è stato del resto confermato anche da WRIGHT (1967), TILLING (1968), RAGLAND (1970) e CROSBY (1971).

Sulla base delle considerazioni precedenti sarebbe lecito supporre che il segno ottico positivo riscontrato in alcune aree del macrocristallo possa essere imputabile ad anomalie di composizione relative ad eccessi locali di Ab. La presenza di tenori di Ab relativamente elevati, e comunque oscillanti intorno al 10%, non ha determinato tuttavia nei K-feldspati altamente ordinati studiati dagli autori appena citati alcuna variazione irregolare del valore di $2V_x$.

Secondo RANKIN (1967) tra $2V$ e composizione nella serie delle soluzioni solide microclino-albite bassa preparate da ORVILLE (1967) sussiste una relazione lineare, o quasi (⁷). Da essa consegue che valori anomali di $2V_x$ in K-feldspati altamente ordinati dovrebbero essere causati da tenori, locali, di Na talmente elevati da portare a termini prevalentemente o addirittura esclusivamente albitici. Ciò contrasta con tutte le osservazioni che hanno messo in evidenza l'esistenza di $2V_x$ anomali in sicuri K-feldspati. Inoltre i valori di $2V_x$ possibili per au-

(⁷) Secondo chi scrive la retta rappresentativa di tale relazione richiederebbe ulteriori precisazioni; fra l'altro, secondo RANKIN (1967), il microclino massimo di composizione $Or_{100}Ab_0$ presenterebbe $2V_x = 75^\circ$, valore che è di circa 10° inferiore a quello caratteristico dei microclini massimi naturali.

mento del tenore di Ab non consentono di spiegare la vasta gamma dei valori di $2V_x$ riscontrati da vari autori nei K-feldspati otticamente positivi; occorre infatti considerare che l'albite bassa ha $2V_x = 102^\circ$ (BURRI, PARKER & WENK, 1967). In ogni caso non potrebbe essere spiegata l'analogia anomalia riscontrata nei feldspati ternari da

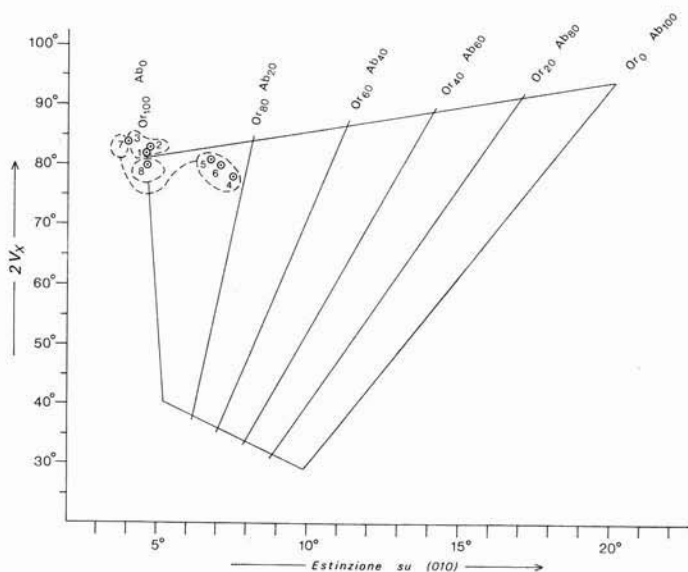


Fig. 7. — Diagramma $2V_x$ /angolo d'estinzione su (010) (MARFURNIN, 1960): esso consente di valutare il rapporto Or/Ab in criptopertiti, sia pure in modo del tutto qualitativo. Buona parte delle varianti strutturali identificate nel macrocristallo (n. 4, 5, 6) presenta tenori di Ab relativamente elevati, rispetto a quelli che caratterizzano in media i K-feldspati (n. 1, 2, 3) dello stesso campione di granito.

HUCKENHOLZ (1965) in quanto l'Ab in soluzione solida molto probabilmente nella fattispecie è albite alta, la quale presenta $2V_x = 50^\circ$ (BURRI, PARKER & WENK, 1967).

L'orientazione ottica delle varianti del 4° gruppo non presenta assolutamente caratteri tali da suggerire l'esistenza di possibili situazioni di transizione microclino-albite bassa. Si deve pertanto concludere che il segno ottico positivo di tali varianti e gli elevati valori di $2V_x$ non possono essere imputabili ad eccessi locali di Ab in soluzione

solida. E' probabile, tuttavia, che in minima parte l'aumento dei valori di $2V_x$ sia dovuto a tali variazioni di composizione in quanto, come è stato già osservato, in vari settori del macrocristallo sono stati rilevati tenori di Ab relativamente elevati.

Il fenomeno del segno ottico positivo e dei valori di $2V_x > 84^\circ$ appare però comunemente legato a K-feldspati nei quali è presente un tenore di Ab relativamente elevato; esso inoltre compare di frequente nei feldspati ternari i quali naturalmente possono contenere quantità molto maggiori di Ab. Poiché un elevato tenore di Ab appare condizione caratteristica per l'esistenza di K-feldspati positivi, ma, se presente in soluzione solida non consente di spiegare il fenomeno, sembra plausibile considerare l'Ab responsabile dell'anomalia ottica, purché essa sia sotto forma di smistamento, a scala tanto fine da poter dare luogo ad un'ottica integrata.

Poiché nel macrocristallo esaminato sono presenti aree caratterizzate da tenori di Ab in soluzione solida relativamente elevati e poiché la Na-fase smistata a scala microscopica appare in quantità rilevante, (fig. 1 e 2) è presumibile che il fenomeno dello smistamento si sia sviluppato intensamente anche a scala più fine. Generalmente, infatti, al crescere dei tenori di Na aumenta la quantità di Na-feldspato smistato sotto forma micro- e criptoperititica (BAMBAUER, 1969). Inoltre i valori di $2V_x$ e dell'angolo d'estinzione su (010) sono tali da indurre a ritenere, in accordo con MARFUNIN (1966) e SMITH & MACKENZIE (1959) che il fenomeno dello smistamento si sia largamente verificato anche a scala non visibile.

L'influenza sulle proprietà ottiche degli smistamenti criptoperititici non è ancora precisata in modo definitivo (HEWLETT, 1959). Tuttavia, secondo MARFUNIN (1961 b), la Na-fase risulta sempre geminata e, di conseguenza, la simmetria ottica integrata appare pseudo-monoclinica se la geminazione è bilanciata. In tal caso, se la Na-fase è costituita da albite bassa, si verifica una riduzione di $2V_x$ di circa 8° , ossia $2V_x$ assume un valore pari a circa 93° ; la riduzione di $2V_x$ connessa con la presenza di geminazioni bilanciate in una K-fase altamente ordinata è molto minore (MARFUNIN, 1960).

In base a queste considerazioni si può concludere che l'esistenza di smistamenti criptoperititici consente di spiegare la fenomenologia del segno ottico positivo solo in casi particolari e non certamente in quelli

in cui esso è caratterizzato da valori di $2V_X$ particolarmente elevati. Poiché, d'altra parte, in base a tutti gli elementi esaminati fin'ora, il fenomeno appare il risultato di un'ottica composita imputabile a smistamenti a scala molto fine, è molto probabile che i valori più elevati di $2V_X$ siano in relazione con una orientazione speciale della Na-fase, come prospettato da BAMBAUER (1969). Tale autore rileva inoltre che taluni anortoclasti criptopertitici o cripto-antipertitici possono presentare $2V_X = 90-110^\circ$; l'ottica integrata di questi feldspati è molto simile a quella dell'ortoclasio, per cui non è da escludere che alcuni dei cosiddetti « iso-ortoclasti » corrispondano ad anortoclasti aventi $2V_X > 90^\circ$.

Le variazioni dei valori di $2V_X$ nelle varianti strutturali del 4° gruppo, sulla base delle osservazioni effettuate nel macrocristallo e delle considerazioni compiute fin'ora, sono imputabili al concorso di molteplici fattori: tenori locali relativamente elevati di Ab in soluzione solida, presenza di geminazioni sub-microscopiche non bilanciate e probabilmente di smistamenti criptopertitici con orientazione speciale della Na-fase.

Tuttavia la spiegazione fornita per chiarire in questo caso il fenomeno del segno ottico positivo non presenta carattere generale; è necessario, infatti, esaminare di volta in volta i fattori che concorrono più o meno fortemente nel modificare i valori di $2V_X$.

Da quanto detto appare evidente che le varianti del 4° gruppo non costituiscono specie minerale differenziabile nell'ambito dei K-feldspati e pertanto la denominazione « iso-microclino » risulta poco appropriata. I termini « iso-ortoclasio » e « iso-microclino » sono stati introdotti rispettivamente da DUPARC (1904) e da LUCZIZKY (1905) presumibilmente per indicare che i K-feldspati otticamente positivi sono molto simili, per altri caratteri, ai corrispondenti feldspati negativi. Potrebbe più utilmente essere impiegato l'aggettivo « anomalo », del resto largamente utilizzato dallo stesso DUPARC (1904) per caratterizzare tali varianti, se non venissero definiti ormai correntemente come « anomali » feldspati che presentano dimensioni della cella elementare anomale (WRIGHT & STEWART, 1968) ⁽⁸⁾. Allo stato attuale tali varianti possono essere più adeguatamente denominate « fuori schema ».

(8) Fra l'altro pare possano sussistere relazioni di interdipendenza fra i due fenomeni (WRIGHT & STEWART, 1968).

5. - Considerazioni riassuntive.

Nel corso di ricerche ottiche sui K-feldspati dei graniti del nucleo centrale del Massiccio Cristallino dell'Argentera (Alpi Marittime) sono state identificate in un macrocristallo di K-feldspato aree sensibilmente differenti dal punto di vista strutturale. Lo studio ottico è stato eseguito al T. U., secondo il metodo recentemente illustrato dall'autore (BLASI, 1972 a; 1972 b), e si affianca a quello röntgenografico effettuato da DE POL (1970) sui K-feldspati degli stessi campioni di graniti.

Sul macrocristallo (fig. 1 e 2) sono state effettuate 9 determinazioni ottiche complete, atte cioè a fornire contemporaneamente tutti i valori dei parametri riportati nelle tabelle I e II; sono state inoltre eseguite 3 determinazioni supplementari su altrettanti individui di K-feldspato del medesimo campione di granito.

Le varianti strutturali identificate sono state numerate progressivamente e suddivise in 4 gruppi: 1°) n. 1, 2, 3; 2°) n. 4, 5, 6, 7; 3°) n. 8; 4°) n. 9, 10, 11, 12. Il 1° gruppo comprende le varianti strutturali dei 3 differenti K-feldspati dello stesso campione di granito cui appartiene il macrocristallo, mentre i restanti gruppi includono le varianti identificate nel macrocristallo.

Tali varianti sono state rappresentate in proiezione stereografica $\perp [100]$ (fig. 3 e 4) insieme con alcune varianti strutturali « tipo » tratte da MARFUNIN (1961 a), e precisamente: microclino massimo (n. 13); ortoclasio basso (n. 14); microlino intermedio (n. 15); ortoclasio intermedio (n. 16). Dal confronto con tali varianti e dall'esame dei parametri determinati (fig. 5, 6 e 7) risulta quanto segue.

Le varianti del 1° gruppo rientrano fra i microclini massimi; si tratta di monocristalli, cioè modificazioni non geminate a scala sub-microscopica; il tenore di Ab in soluzione solida è molto basso. Tali varianti sono rappresentative dello stato strutturale medio dei K-feldspati del campione di granito considerato, in quanto i valori delle costanti ottiche determinate sono in pieno accordo con quelli dei parametri stabiliti da DE POL (1970) per via röntgenografica su polveri.

Le varianti del 2° gruppo sono molto simili a quelle del 1° gruppo. Tuttavia se ne differenziano perché nel complesso il grado di ordine Al/Si appare leggermente inferiore, soprattutto nella variante n. 4, e inoltre perché alcune di esse (n. 4, 5, 6) presentano tenori di Ab in

soluzione solida più elevati. Non appare sicura una geminazione sub-microscopica non bilanciata per le aree corrispondenti alle varianti n. 4, 7.

Le varianti del 3° gruppo comprendono un'unica modificazione (n. 8), posta al limite tra ortoclasio triclinico intermedio e ortoclasio triclinico basso. Tale variante rappresenta un geminato a scala sub-microscopica non bilanciato, ma con grado di equilibrio molto elevato. Il tenore di Ab in soluzione solida è molto basso e analogo a quello delle varianti del 1° gruppo.

Per le varianti fin'ora esaminate sono stati considerati i rapporti $2V$ /triclinismo in funzione della definizione degli stati stabile/instabile. Si è mostrato che tali varianti possono essere considerate modificazioni stabili ad elevato grado di ordine Al/Si.

Le varianti del 4° gruppo appaiono otticamente positive. K-feldspati caratterizzati da questa anomalia sono stati già segnalati da numerosi autori e denominati iso-ortoclasio e iso-microclino. Altri autori mettono in dubbio l'esistenza di tali feldspati. Per la prima volta viene presentata una proiezione stereografica $\perp [100]$ di modificazioni triclino otticamente positive con $2V_x$ sensibilmente variabile ed elevato grado di ordine Al/Si, insieme con i valori delle coordinate sferiche λ , φ di tutti gli elementi ottici (Z, Y, X, A, B) e cristallografici ($\perp (010)$, $\perp (001)$) necessari per una rappresentazione esauriente (tabelle I e II). Viene effettuata la discussione sul significato di tali varianti e sui motivi che possono determinare i valori anomali di $2V_x$. Le variazioni dei valori di $2V_x$ in tali varianti sono imputabili al concorso di molteplici fattori: tenori locali relativamente elevati di Ab in soluzione solida, presenza di geminazioni sub-microscopiche non bilanciate e probabilmente di smistamenti criptopertitici con orientazione speciale della Na-fase. Si è pertanto stabilito che le varianti positive del K-feldspato non costituiscono specie minerale differenziabile e di conseguenza, nella fattispecie, la denominazione iso-microclino non risulta appropriata. Allo stato attuale le varianti otticamente positive del K-feldspato possono essere più adeguatamente denominate come « fuori schema » in quanto la loro esistenza non è contemplata nei diagrammi interpretativi $2V$ /triclinismo di MARFUNIN (1961 b) e di LAVES & VISWANATHAN (1967).

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON G. H. & MACLELLAN D. D. (1937) - *An unusual feldspar from the Northern Inyo Range*. Am. Min., 22.
- ANSILEWSKI J. (1961) - *The problem of classification of the alkali feldspars*. Archivum Mineralogiczne, 23.
- BAMBAUER H. U. (1969) - Nr. 228-234. *Feldspat-Familie*. In: TRÖGER W. E. (1969) - *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 2. Textband*. 2^a ed., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- BAMBAUER H. U. & LAVES F. (1960) - *Zum Adularproblem. I. Adular vom Val Casatscha: Mimetischer Lamellenbau, Variation von Optik und Gitterkonstanten und ihre genetische Deutung*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 40.
- BARTH T. F. W. (1930) - *Pacificite, an anemousite basalt*. Jour. Washington Acad. Sci., 20. (In: Min. Abstr., 4, 1931).
- BARTH T. F. W. (1933) - *An occurrence of iso-orthoclase in Virginia*. Am. Min., 18.
- BARTH T. F. W. (1969) - *Feldspars*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- BLASI A. (1972 a) - *Identificazione delle varianti strutturali del K-feldspato in sezioni sottili di rocce. Nota I*. Rend. Acc. Naz. Lincei, ser. 8, 52 (5).
- BLASI A. (1972 b) - *Identificazione delle varianti strutturali del K-feldspato in sezioni sottili di rocce. Nota II*. Rend. Acc. Naz. Lincei, ser. 8, 52 (6).
- BLASI A. & SCHIAVINATO G. (1968) - *Significato petrologico dei noduli a sillimanite e dei noduli a cordierite diffusi nelle anatessiti biotitiche del Mt. Pélago (Massiccio Cristallino dell'Argentera)*. Boll. Soc. Geol. It., 87.
- BURRI C., PARKER R. L. & WENK E. (1967) - *Die optische Orientierung der Plagioklase*. Birkhäuser-V., Basel.
- CHUDOBA K. & ENGELS A. (1937) - *Der Einfluss der Kalifeldspatkomponente auf die Optik der Plagioclase. III. Die optische Orientierung kalifeldspathaltiger Plagioclase*. Zentralbl. Min. Geol. Pal., 1937, Abt. A.
- COLVILLE A. A. & RIBBE P. H. (1968) - *The crystal structure of an adularia and a refinement of the structure of orthoclase*. Am. Min., 53.
- CROSBY P. (1971) - *Composition and structural state of alkali feldspars from charnockitic rocks on Whiteface Mountain, New York*. Am. Min., 56.
- DEER W. A., HOWIE R. A. & ZUSSMAN J. (1964) - *Rock-forming minerals. 4. Framework silicates*. 3^a ed., Longmans, Green & Co., Ltd., London.
- DE POL C. (1970) - *Stato strutturale e composizione del feldspato potassico dei graniti dell'Argentera (zona centrale del Massiccio)*. Rend. Acc. Naz. Lincei, ser. 8, 48.
- DE POL C., SCHIAVINATO G. & MINUTTI L. (1968) - *Distribuzione di Na, Rb, Ca, Sr, Ba nel feldspato potassico dei graniti dell'Argentera (zona centrale del Massiccio)*. Boll. Soc. Geol. It., 87.
- DUPARC L. (1904) - *Sur une nouvelle variété d'orthose*. C. R. Acad. Sci. Paris, 138.
- EMERSON D. O. (1964) - *Absence of optically positive potash feldspar in the Inyo Mountains, California-Nevada*. Am. Min., 49.
- FINNEY J. J. & BAILEY S. W. (1964) - *Crystal structure of an authigenic maximum microcline*. Z. Krist., 119.

- GOLDSMITH J. R. & LAVES F. (1954) - *Potassium feldspars structurally intermediate between microcline and sanidine*. Geochim. Cosmochim. Acta, 6.
- GOLDSMITH J. R. & LAVES F. (1961) - *The sodium content of microclines and the microcline-albite series*. Cursos y Conferencias, Inst. « Lucas Mallada », C.S.I.C. (España), n. 8.
- GUBSER R. & LAVES F. (1967) - *On X-ray properties of «adularia», (K, Na)AlSi₃O₈*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 47.
- GYSIN M. (1948) - *Les feldspaths potassiques des granites de Gastern et de quelques granites de l'Aar*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 28.
- HAFNER ST. & LAVES F. (1957) - *Ordnung/Unordnung und Ultrarotabsorption. II. Variation der Lage und Intensität einiger Absorptionen von Feldspäten. Zur Struktur von Orthoklas und Adular*. Z. Krist., 109.
- HEWLETT C. G. (1959) - *Optical properties of potassic feldspars*. Bull. Geol. Soc. Am., 70.
- HINTZE C. (1938) - *Handbuch der Mineralogie. I Ergänzungsband* (v. G. LINCK). Walter de Gruyter & Co., Berlin.
- HUCKENHOLZ H. G. (1965) - *Der petrogenetische Werdegang der Klinopyroxene in den tertiären Vulkaniten der Hoheifel. I. Die Klinopyroxene der Alkalio-livinbasalt-Trachyt-Assoziation*. Beitr. Miner. Petrogr., 11.
- KAZAKOV A. N. (1956) - *O rasprostranennosti polozhitelnykh mikroklinov*. (Sulla distribuzione dei microclini positivi). Zap. Vsesojuzn. Min. Obsch., 85. (In: Min. Abstr., 13, 1958; Zentralbl. Min., Teil I, 1956, 1959).
- LACROIX A. (1928) - *La constitution lithologique des îles volcaniques de la Polynésie australe*. Mém. Acad. Sci. Paris, sér. 2, 59.
- LAVES F. (1950) - *The lattice and twinning of microcline and other potash feldspars*. Jour. Geol., 58.
- LAVES F. (1952 a) - *Phase relations of the alkali feldspars. I. Introductory remarks*. Jour. Geol., 60 (5).
- LAVES F. (1952 b) - *Phase relations of the alkali feldspars. II. The stable and pseudo-stable phase relations in the alkali feldspar system*. Jour. Geol., 60 (6).
- LAVES F. (1960 a) - *Al/Si-Verteilungen, Phasen-Transformationen und Namen der Alkalifeldspäte*. Z. Krist., 113.
- LAVES F. (1960 b) - *I feldspati e le loro relazioni di fase*. Rend. Soc. Min. It., 16.
- LAVES F. & VISWANATHAN K. (1967) - *Relations between the optic axial angle and triclinicity of potash feldspars, and their significance for the definition of «stable» and «unstable» states of alkali feldspars*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 47.
- LUCZIKZY W. (1905) - *Der Granit von Kösseim im Fichtelgebirge und seine Einschlüsse*. Tschermaks Min. Petr. Mitt., 24.
- MACDONALD G. A. (1942) - *Potash-oligoclase in hawaiian lavas*. Am. Min., 27.
- MALARODA R. (1968) - *Atlante delle facies petrografiche del Massiccio Cristallino dell'Argentera*. Mem. Soc. Geol. It., 7.
- MALARODA R. (1970) - *Carta geologica del Massiccio dell'Argentera alla scala 1:50.000 e Note illustrative* (a cura di CARRARO F., DAL PIAZ G. V., FRANCESCHETTI B., MALARODA R., STURANI C. & ZANELLA E.). Mem. Soc. Geol. It., 9.

- MALARODA R. & SCHIAVINATO G. (1957) - *Osservazioni preliminari sui fenomeni di anatesi nel settore italiano del Massiccio dell'Argentera (Alpi Marittime)*. Boll. Soc. Geol. It., 76.
- MALLARD E. (1876) - *Explications des phénomènes optiques anormaux, qui présentent un grand nombre de substances cristallisées*. Ann. Mines Mem., ser. 7, 10: ampio riassunto a cura di P. GROTH (1877) in Z. Kryst. Min., 1.
- MARFUNIN A. S. (1959) - *The optics of submicroscopically twinned crystals*. Doklady Akad. Nauk SSSR, 127 (4), (trad. ingl.).
- MARFUNIN A. S. (1960) - *New optical orientation diagrams for the alkali feldspars*. Doklady Akad. Nauk SSSR, 133 (4), (trad. ingl.).
- MARFUNIN A. S. (1961 a) - *Optic orientation of potassium and sodium feldspars as a function of various factors*. Izv. Akad. Nauk SSSR, ser. geol., n. 2 (trad. ingl.).
- MARFUNIN A. S. (1961 b) - *The relation between structure and optical orientation in potash-soda feldspars*. Cursos y Conferencias, Inst. «Lucas Mallada», C.S.I.C. (España), n. 8.
- MARFUNIN A. S. (1964) - *Some petrological aspects of order-disorder in feldspars*. Min. Mag., 33.
- MARFUNIN A. S. (1966) - *The feldspars: phase relations, optical properties, and geological distribution*. Israel Progr. Sci. Transl., Jerusalem, (trad. ingl. ed. russa, 1962).
- MICHAELIS DE SÁENZ I. (1963) - *Authigener Sanidin. Optische und röntgenographische Untersuchung*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 43.
- MUIR I. D. (1962) - *The paragenesis and optical properties of some ternary feldspars*. Norsk Geol. Tidsskr., 42, Feldspar vol. .
- NISSÉN H.-U. (1967) - *Direct electron-microscopic proof of domain texture in orthoclase ($KAlSi_3O_8$)*. Contr. Mineral. and Petrol., 16.
- ORVILLE P. M. (1967) - *Unit-cell parameters of the microcline-low albite and the sanidine-high albite solid solution series*. Am. Min., 52.
- QUARENI S. (1971) - *Aspetti attuali della cristallografia strutturale dei feldspati*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 27.
- RAGLAND P. C. (1970) - *Composition and structural state of the potassic phase in perthites as related to petrogenesis of a granitic pluton*. Lithos, 3.
- RANKIN D. W. (1967) - *Axial angle determinations in ORVILLE's microcline-low albite solid solution series*. Am. Min., 52.
- REINHARD M. (1964) - *Über das Grundgebirge des Sottoceneri im Süd-Tessin und die darin auftretenden Ganggesteine*. Beitr. Geol. Karte Schweiz, N. F., 117.
- SCHNEIDER T. R. & LAVES F. (1957) - *Barbierit oder Monalbit?*. Z. Krist., 109.
- SLEMMONS D. B. (1962) - *Determination of volcanic and plutonic plagioclases using a three- or four-axis universal stage*. Geol. Soc. Am. Spec. Pap., 69.
- SMITH J. V. (1970) - *Physical properties of order-disorder structures with especial reference to feldspar minerals*. Lithos, 3.
- SMITH J. V. & MACKENZIE W. S. (1959) - *The alkali feldspars. V. The nature of orthoclase and microcline perthites and observations concerning the polymorphism of potassium feldspar*. Am. Min., 44.

- SMITH J. V. & MACKENZIE W. S. (1961) - *Atomic, chemical and physical factors that control the stability of alkali feldspars*. Cursos y Conferencias, Inst. « Lucas Mallada », C.S.I.C. (España), n. 8.
- SUGI KEN-ICHI (1940) - *On the nature of some plagioclase apparently with small optical angle, with special reference to the plagioclase in olivine-dolerite from Fu-shun, Manchuria*. Mem. Fac. Sc. Kyūsyū Imp. Univ., Ser. D, Geology, Hukuoka, Japan, 1. (In: Min. Abstr., 8, 1943).
- TILLING I. R. (1968) - *Zonal distribution of variations in structural state of alkali feldspar within the Rader Creek pluton, Boulder batholith, Montana*. Jour. Petrol., 9.
- TRIAT J.-M. (1969) - *La symétrie des feldspaths alcalins du granite de Plan de la Tour (Var)*. Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr., 92.
- TRÖGER W. E. (1971) - *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 1. Bestimmungstabellen*. 4^a ed., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- TSUBOI S. (1936) - *Petrological notes (17): isorthoclase (iso-orthoclase) from Sakuma-mura, Iwata-gōri, Siduoka Prefecture*. Jap. Jour. Geol. Geogr., 13.
- TUTTLE O. F. (1952) - *Optical studies on alkali feldspars*. Am. Jour. Sci., Bowen vol. .
- WINCHELL A. N. & WINCHELL H. (1951) - *Elements of optical mineralogy. An introduction to microscopic petrography. Part II. Descriptions of minerals*. 4^a ed., John Wiley & Sons, Inc., New York.
- WRIGHT T. L. (1967) - *The microcline-orthoclase transformation in the contact aureole of the Eldora stock, Colorado*. Am. Min., 52.
- WRIGHT T. L. & STEWART D. B. (1968) - *X-ray and optical study of alkali feldspar: I. Determination of composition and structural state from refined unit-cell parameters and 2V*. Am. Min., 53.