

ANTONIO ALBERTI *, PIERO COMIN CHIARAMONTI *, FABIO CROSILLA *,
GIORGIO LONGO-SALVADOR *, SILVANO SINIGOI *, DARIO STOLFA *

IL MASSICCIO GRANITICO DI CIMON RAVA NEL COMPLESSO PLUTONICO DI CIMA D'ASTA (TRENTINO) **

RIASSUNTO. — La zona centrale del complesso plutonico ercinico di Cima d'Asta (Trentino), che qui viene indicata come massiccio granitico di Cimon Rava, è costituita da rocce che sul terreno appaiono piuttosto omogenee per quanto riguarda grana e composizione. Tale omogeneità mesoscopica non viene confermata dallo studio modale: infatti i dati modalì, elaborati statisticamente, indicano la presenza di due popolazioni granitiche con distribuzione areale abbastanza ben delineata. La discriminazione si ottiene essenzialmente in base al feldispato alcalino (popolazione e carattere monzogranitico G1 e popolazione a tendenza granodioritica G2) con elevata probabilità di significato, come si deduce dal test « *t* di Student ».

Dal punto di vista petrochimico; trentacinque nuove analisi (elementi maggiori e in traccia) di campioni uniformemente distribuiti tra le due popolazioni modalì evidenziano una totale sovrapposizione di campo e la scomparsa di qualsiasi indizio di bimodalità. Tale fatto viene attribuito, sulla base dello studio mineralogico, ad una ripartizione differenziale del sodio tra feldispato coesistenti nelle due popolazioni modalì, in rapporto a condizioni fisiche di cristallizzazione diverse per le due popolazioni.

ABSTRACT. — The Cimon Rava granitic massif actually is the central area of the Cima d'Asta Hercynian plutonic complex (Trentino - Northern Italy). Mesoscopically the rocks are homogeneous as far as grain size, texture and mineralogical composition are concerned. Such homogeneity, however, is not confirmed by a modal study: a statistical examination of the modal data points to the occurrence of two granitic populations, each of them with a fairly well defined areal distribution. The discrimination is obtained mainly on the basis of the alkali feldspar content. Of the two populations, one has a monzogranitic character (G1), and the other exhibits a granodioritic tendency (G2), with a high probability of significance, as deduced from the « Student's *t* » test.

However, 35 new chemical analyses (including major and trace elements) of samples uniformly distributed in the two modal populations show a total field overlap. From the petrochemical point of view there is therefore no evidence of bimodality. This fact is attributed, on the basis of a mineralogical study of feldspars, to a differential Na partition in coexisting feldspars of the two modal populations. Different physical conditions of crystallization for the two populations are thereby suggested.

Introduzione

Le plutoniti di Cima d'Asta (Trentino Orientale) costituiscono un complesso intrusivo articolato di età tardo-ercinica (BORSI et al., 1974) situato all'interno della zona strutturale delle Alpi Meridionali e impostatosi in condizioni epiplutoniche

* Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università, Piazzale Europa 1, I-34100 Trieste.

** Lavoro eseguito col contributo del C.N.R. (contributo 75.015.05 e contributo 77.00937.05).

in rocce metamorfiche di basso grado (« cristallino di Cima d'Asta »). Le caratteristiche generali della maggior parte di tale complesso sono ben conosciute (D'AMICO e SIENA, 1977 e bibliografia citata): se da un lato le determinazioni modali hanno messo in evidenza un'ampia variazione composizionale con termini noritici, dioritici, tonalitici, granodioritici e granitici (questi ultimi rappresentanti il litotipo più diffuso), l'insieme dei dati petrografici, petrochimici e geochimici indica popolazioni arealmente diversificate in accordo con un meccanismo di intrusioni multiple accostate (D'AMICO e GANDOLFI, 1970; D'AMICO et al., 1971; D'AMICO, 1976). Tuttavia, malgrado la consistenza della letteratura riguardante il complesso di Cima d'Asta, alcune aree piuttosto considerevoli delle zone centrali (CR e V di D'AMICO e SIENA, 1977) non sono ancora adeguatamente conosciute sotto il profilo modale e petrochimico. Il presente lavoro ha lo scopo di fornire, sulla base di una campionatura sistematica, una caratterizzazione modale, petrochimica e geochimica della zona di Cimon Rava (CR) che viene qui indicata col termine di « Massiccio granitico di Cimon Rava ».

Il settore esaminato è compreso tra i torrenti Maso e Grigno, a Ovest e ad Est, rispettivamente; a Sud è delineato dai paesi Samone e Bieno, e a Nord dai rilievi del Monte Cenon e dalla Val Orsera. Sul terreno le rocce appaiono piuttosto omogenee per quanto riguarda grana e composizione; vi si riconoscono altresì alcune caratteristiche comuni a tutto il corpo plutonico principale di Cima d'Asta, e cioè la presenza di megacristalli di feldispato potassico e di inclusi ricchi di minerali femici (« melanoliti »: D'AMICO, 1974), di dimensioni variabili dal centimetro a qualche decimetro, nonché un assai limitato sviluppo del sistema filoniano costituito quasi esclusivamente da apliti e porfidi granitici e filoni di quarzo. La distribuzione di megacristalli, di melanoliti e di masse filoniane non suggerisce alcuna eterogeneità nel corpo intrusivo e il loro studio non viene affrontato in questo lavoro.

Anche al microscopio le rocce granitiche di Cimon Rava appaiono monotone per quanto concerne mineralogia, tessitura e grana (secondo l'esame di oltre trecento sezioni sottili): si tratta di tipici graniti biotitici a due feldispati, ipidiomorfi e a grana media. Il grado di alterazione può variare considerevolmente: la biotite è generalmente cloritizzata e talora presenta inclusioni di minerali deuterici quali epidoto, prehnite e ossidi di ferro; il plagioclasio risulta spesso sericitizzato e occasionalmente saussuritizzato. Idiomorfo, o subidiomorfo, geminato (geminazione più frequente secondo la legge dell'Albite) e sovente zonato, il plagioclasio può presentare contenuti in An variabili dal 46% (al nucleo) sino al 18% alla periferia. Il feldispato potassico, allotriomorfo, è una micropertite (film-pertite) con $2V\alpha$ piuttosto variabile (tra circa 50 e 70°); a volte si notano bordi di reazione col plagioclasio, con sviluppo di mirmechiti. Il quarzo si presenta per lo più in grossi aggregati o plaghe allotriomorfe con inclusioni di plagioclasio e biotite. Accessori risultano apatite, zircono e minerali opachi.

Studio modale

A scopo comparativo, seguendo la falsariga dei precedenti lavori aventi per tema il complesso plutonico di Cima d'Asta (D'AMICO, 1965; D'AMICO e DEL MONTE, 1969 etc.) è stato eseguito lo studio modale su campioni distribuiti quanto più regolarmente possibile su un reticolato topografico predisposto: si sono così presi in considerazione 105 campioni sui quali la moda è stata calcolata come media di conteggio di due sezioni sottili ortogonali. I valori di «IC» variano tra 15 e 25 (mantenendosi in media attorno al 20) e i minerali da conteggiare sono stati scelti sia sulla base della letteratura esistente per le zone limitrofe (D'AMICO e DEL MONTE, 1969; DEL MONTE, 1971; GANDOLFI, 1972) sia sulla base dell'esame petrografico preliminare.

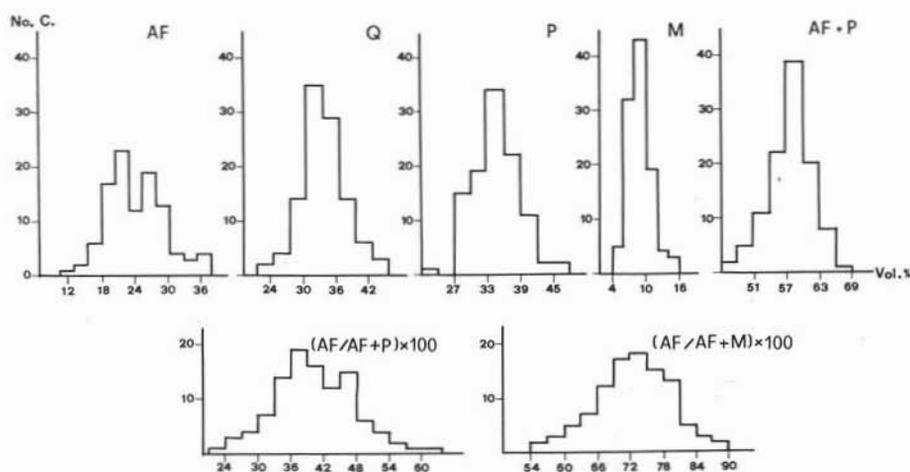


Fig. 1. — Istogrammi di distribuzione delle specie mineralogiche modali nei tipi granitici di Cimon Rava (AF: feldispato alcalino; Q: quarzo; P: plagioclasio; M: mafici).

L'andamento dei dati modali riguardante i minerali conteggiati quali quarzo (Q), feldispato alcalino (AF), plagioclasio (P) e mafici (M), viene illustrato dai relativi istogrammi (fig. 1), costruiti in riferimento al calcolo delle deviazioni standard specifiche. Inoltre vengono presentati anche i diagrammi di frequenza complessiva propri di altri parametri caratteristici quali $AF+P$, $AF/(AF+P)$ e $AF/(AF+M)$. Nella citata figura tutti gli istogrammi indicano un andamento unimodale, ad eccezione dei parametri AF e $AF/(AF+P)$ che dimostrano la tendenza ad un comportamento bimodale. I valori Q-AF-P, riportati a 100 e posizionati nel relativo diagramma ternario (I.U.G.S., 1973), indicano una distribuzione localizzata in un campo compreso tra circa il 26 e il 49 % di quarzo, tra il 16 e il 40 % di feldispato alcalino e tra il 20 e il 47 % di plagioclasio (fig. 2a): la distribuzione appare piuttosto uniforme, pur presentando delle zone con rarefazione di punti in corrispondenza dei settori periferici. Il diagramma a contorno, che si ottiene dalla distribuzione dei dati modali e in cui si evidenzia la «densità percentuale» (fig. 2b), per-

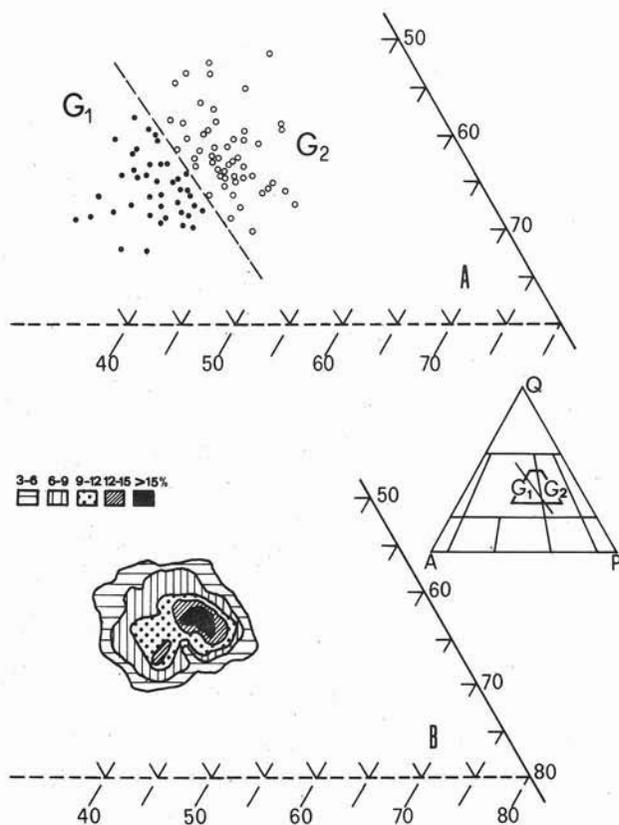


Fig. 2. — Diagramma classificativo puntiforme Q-A-P delle rocce studiate (A) e relativo diagramma a contorno (B). La linea tratteggiata in (A) è stata ricavata dal diagramma a contorno (vedi testo) e separa i litotipi granitici in due campi: G₁ (a carattere monzogranitico) e G₂ (a tendenza granodioritica).

mette di osservare due massimi relativi distinti secondo la direzione di varianza di AF, caratterizzati l'uno da percentuali superiori al 15% e l'altro da densità percentuali contenute nell'intervallo compreso tra il 12 e il 15%. Inoltre le curve isopercentuali corrispondenti a valori di densità compresi tra il 6 e il 9% e tra il 9 e il 12% tendono a chiudersi su se stesse con una introflessione nel campo compreso tra i due massimi suddetti.

La presenza di tali massimi lascia supporre la probabile esistenza di due popolazioni le quali tanto più acquisiscono significato se riescono a soddisfare simultaneamente le seguenti condizioni:

- 1) distribuzione geografico-geologica dei campioni arealmente definita;
- 2) elevata probabilità statistica delle differenze tra le due popolazioni;
- 3) andamento dei diagrammi di correlazione con separazione in due campi che presentino scarse o nulle sovrapposizioni di bordo.

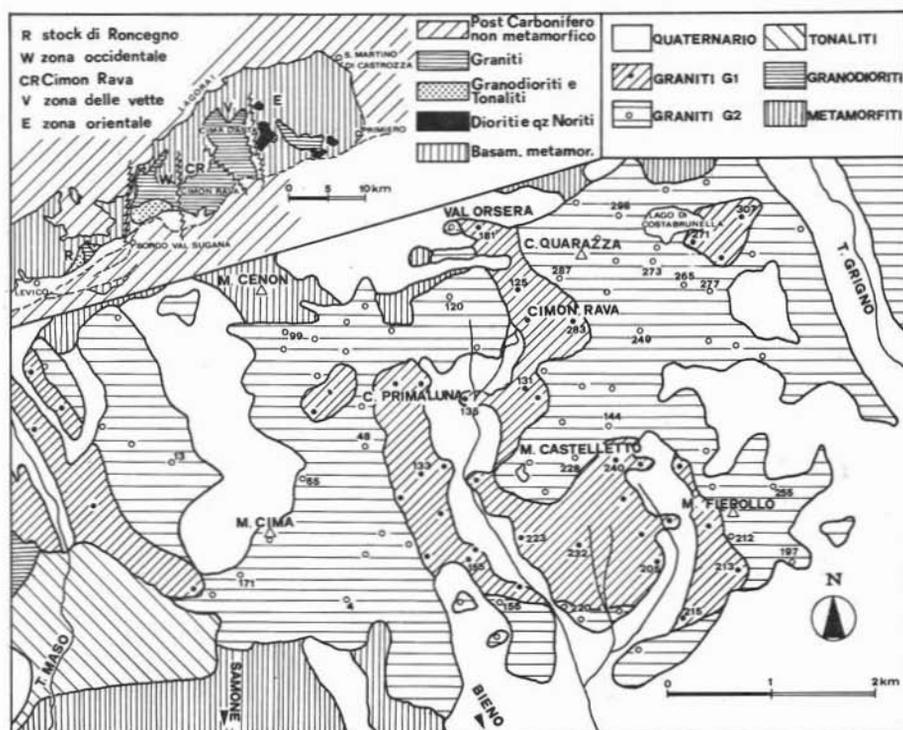


Fig. 3. — Schizzo geologico della zona di Cimon Rava in cui vengono indicate le aree caratterizzate dai litotipi a carattere monzogranitico (G1) e le aree con litotipi a tendenza granodioritica (G2), come si ricava dallo studio modale. Nella carta vengono indicate anche le posizioni dei campioni utilizzati per le analisi chimiche (localizzazioni numerate) e per le analisi modali (localizzazioni non numerate). L'inserto rappresenta schematicamente tutto il complesso plutonico di Cima d'Asta, secondo la simbologgia e le suddivisioni proposte da D'AMICO & SIENA (1977).

TABELLA 1
Composizioni modali e parametri statistici
delle due popolazioni granitiche di Cimon Rava

PARAMETRI	RANGE %		MEDIE %		σ		CV		t		P
	G 1	G 2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1-G2	G1-G2	
AF	23,4-36,7	13,6-24,7	28,2	19,8	3,3	2,7	11,7	13,6	5,59	0,999	
Q	40,1-25,6	23,1-44,0	31,7	34,4	3,3	4,1	10,4	11,9	1,31	0,81	
P	21,6-37,6	28,3-49,7	32,0	36,4	3,3	3,7	10,3	10,2	2,08	0,96	
M	4,1-10,3	6,0-15,5	8,1	9,4	2,0	2,1	25,0	22,0	1,93	0,94	
AF + P	53,4-66,6	46,1-65,1	60,2	56,2	3,1	3,8	5,1	6,8	1,20	0,77	
(AF/AF+P)x100	38,4-62,3	23,7-43,5	46,8	35,3	4,8	4,6	10,3	13,0	4,19	0,999	
(AF/AF+M)x100	67,6-87,0	51,0-78,2	77,6	67,7	4,8	6,6	6,2	9,7	1,97	0,95	

A monte delle suddette condizioni sussiste però il problema dell'identificazione dei campioni appartenenti alle due popolazioni. La risoluzione di detto problema è stata possibile tracciando, nel diagramma puntiforme Q-A-P (fig. 2a) un segmento divisore, corrispondente alla più probabile linea di separazione dei due massimi

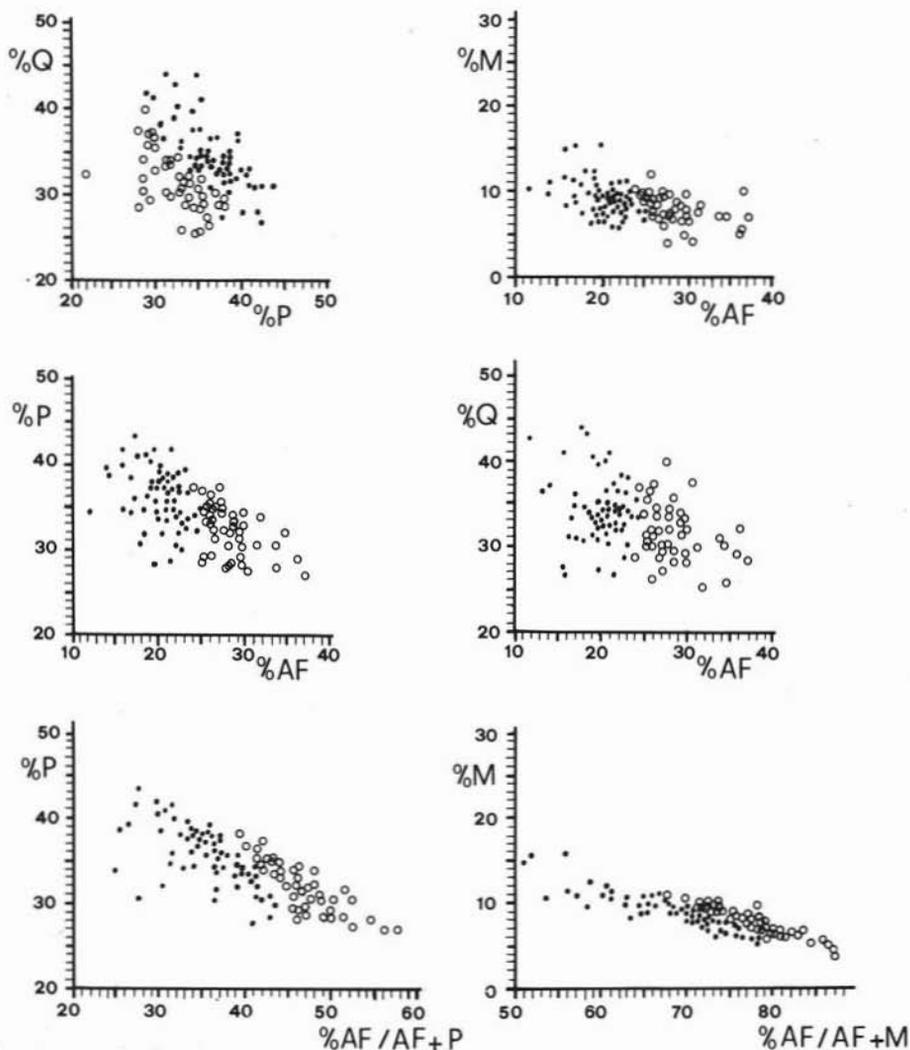


Fig. 4. — Diagrammi di correlazione dei parametri modal.
Cerchi vuoti: popolazione G1. Punti: popolazione G2.

relativi della distribuzione delle frequenze percentuali. Vengono così a delinearsi due campi indicati con G1 e G2, separati dalla isopleta A (feldispato alcalino) $\cong 24$, rispettivamente a carattere monzogranitico e a tendenza granodioritica.

I relativi campioni si distribuiscono effettivamente secondo una disposizione areale ben definita, come appare dalla fig. 3. Successivamente, per le due presunte popolazioni, sono stati definiti i campi di escursione dei singoli componenti mineralogici principali e degli altri parametri caratteristici, le medie, gli scarti quadratici medi conseguenti e i coefficienti di variazione, oltre al calcolo del test « *t* di Student » e della probabilità che la differenza tra le medie degli stessi parametri delle due popolazioni sia significativa (Tab. 1).

TABELLA 2

Analisi chimiche (ossidi in peso %; elementi in traccia in p.p.m.) e valori normativi (FeO calcolato secondo LE MAITRE, 1976) dei tipi granitici di Cimon Rava. D.I.: indice di differenziazione; L.I.: indice di Larsen. I campioni contrassegnati da asterisco appartengono alla popolazione modale G1, gli altri alla G2

	125*	131*	133*	135*	155*	181*	205*	213*
SiO ₂	70,79	71,53	69,55	70,58	70,86	72,08	70,46	71,79
TiO ₂	0,30	0,30	0,40	0,26	0,25	0,38	0,25	0,21
Al ₂ O ₃	14,67	14,38	14,79	15,28	14,89	13,61	15,53	14,81
Fe ₂ O ₃	2,55	2,60	3,65	2,35	2,24	3,04	2,14	1,87
MnO	0,05	0,05	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04
MgO	0,80	0,75	1,08	0,82	0,63	0,85	0,58	0,53
CaO	2,12	2,16	2,57	1,87	1,75	1,81	1,86	1,68
Na ₂ O	3,49	3,53	3,64	3,74	3,08	2,96	3,41	3,64
K ₂ O	4,50	3,78	3,16	3,82	5,37	4,48	4,84	4,77
P ₂ O ₅	0,11	0,12	0,20	0,11	0,11	0,10	0,11	0,10
L.O.I.	0,62	0,81	0,88	1,12	0,79	0,64	0,77	0,56
Ba	383	339	397	300	569	452	678	462
Rb	178	165	180	170	188	179	163	187
Sr	155	176	229	174	185	135	212	162
Ce	56	54	77	52	48	60	56	44
La	27	28	39	25	24	28	28	22
Y	21	20	18	20	19	23	19	24
Q	27,40	30,71	28,95	28,87	27,63	32,35	27,21	27,98
or	26,63	22,35	18,68	22,57	31,75	26,47	28,63	28,19
ab	29,50	29,82	30,76	31,60	26,04	24,99	28,82	30,76
an	9,81	9,95	11,45	8,56	8,61	8,34	8,51	7,70
C	0,44	0,83	1,17	1,85	1,06	0,83	1,55	0,83
en	2,00	1,87	2,70	2,05	1,58	2,13	1,45	1,32
fs	0,96	0,99	1,77	1,02	1,83	1,19	0,80	0,69
mt	1,67	1,69	2,18	1,48	1,48	1,93	1,42	1,25
il	0,56	0,58	0,76	0,49	0,47	0,73	0,47	0,39
ap	0,26	0,28	0,47	0,28	0,26	0,23	0,26	0,23
D.I.	83,53	82,88	78,40	83,04	85,42	83,81	84,66	86,93
L.I.	22,88	22,37	19,40	22,54	24,59	23,09	23,96	24,81

(continua)

Da quanto ottenuto dalla elaborazione dei dati, si osserva che il feldspato alcalino presenta due campi di distribuzione nettamente distinti, col conforto anche del « *t* di Student » elevato e della corrispondente altissima probabilità di diversificazione. Il quarzo presenta invece escursioni praticamente equivalenti per le due popolazioni; in tal modo la differenza tra i due valori medi risulta alquanto ridotta e, dal momento che gli scarti sono relativamente elevati, ne conseguono un « *t* » piuttosto basso e una scarsa probabilità di diversificazione. È da notare che la soglia

segue Tab. 2

	215*	223*	232*	240*	271*	283*	307*	4
SiO ₂	69,58	69,92	70,01	71,88	69,85	71,05	69,67	70,95
TiO ₂	0,44	0,26	0,36	0,25	0,35	0,45	0,51	0,30
Al ₂ O ₃	15,27	15,67	15,20	14,42	14,34	14,34	14,59	14,38
Fe ₂ O ₃	2,81	2,35	2,48	2,25	2,79	2,81	3,15	2,44
MnO	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05
MgO	0,89	0,65	0,74	0,62	0,96	0,94	1,06	0,76
CaO	2,31	2,26	1,53	1,96	2,44	2,19	2,21	2,13
Na ₂ O	3,34	3,63	3,13	3,77	3,39	3,26	3,27	3,32
K ₂ O	4,25	4,30	5,42	3,72	4,41	3,92	4,26	4,06
P ₂ O ₅	0,14	0,12	0,12	0,10	0,13	0,14	0,14	0,11
L.O.I.	0,92	0,78	0,96	0,99	0,69	0,83	1,09	1,50
Ba	565	416	558	325	582	448	432	414
Rb	167	175	214	154	169	161	147	167
Sr	214	197	177	158	199	204	188	176
Ce	62	52	56	57	57	59	63	59
La	32	26	29	26	30	29	31	28
Y *	19	19	20	21	18	19	19	20
Q	27,61	26,48	26,66	30,47	26,49	30,93	27,98	30,29
or	25,13	25,41	32,08	22,02	26,08	23,19	25,19	24,02
ab	28,24	30,65	26,46	31,85	28,66	27,56	27,62	28,06
an	10,56	10,45	6,81	9,09	11,29	9,95	10,06	9,86
C	1,29	1,20	1,66	0,85	0,44	1,07	0,90	0,90
en	2,22	1,63	1,85	1,55	2,40	2,35	2,65	1,90
fs	0,90	0,96	0,77	0,87	1,04	1,03	1,06	1,01
mt	1,76	1,53	1,67	1,41	1,79	1,74	1,99	1,54
il	0,84	0,49	0,68	0,47	0,67	0,85	0,97	0,57
ap	0,30	0,28	0,27	0,23	0,31	0,33	0,33	0,26
D.I.	80,98	82,54	85,20	84,34	81,23	81,68	80,79	82,36
L.I.	21,71	22,58	24,25	23,07	21,78	21,95	21,38	22,62

(continua)

inferiore di attendibilità dei valori di probabilità è stata considerata per probabilità pari al 95 % e quindi il quarzo chiaramente non rappresenta una unità mineralogica selettiva nei confronti delle due popolazioni. I mafici e il plagioclasio, pur presentando entrambi dei campi di escursione in parte sovrapposti per le due popolazioni, forniscono valori di «*t*» cui corrispondono probabilità rispettivamente pari al 94 e al 95 %, il che permette di affermare con qualche riserva l'esistenza di due popolazioni distinte rispetto a tali parametri. Gli altri parametri considerati conducono ad analoghe osservazioni.

Un'ulteriore conferma dell'esistenza di due popolazioni distinte viene fornita dai diagrammi di correlazione (fig. 4): la caratteristica generale presentata da tutti

<i>segue Tab. 2</i>	13	48	55	99	120	144	156	171
SiO ₂	72,46	71,41	70,81	69,49	67,95	72,46	71,68	70,39
TiO ₂	0,23	0,29	0,40	0,41	0,52	0,34	0,26	0,35
Al ₂ O ₃	14,33	14,53	14,25	15,08	15,13	13,59	14,47	14,77
Fe ₂ O ₃	1,91	2,39	3,16	3,27	3,83	2,68	2,26	2,89
MnO	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,04	0,05	0,05
MgO	0,62	0,74	1,03	1,14	1,36	0,88	0,60	0,97
CaO	2,00	2,40	1,94	2,75	3,15	2,09	1,62	2,50
Na ₂ O	3,19	3,58	3,26	3,30	3,73	3,05	3,24	3,51
K ₂ O	4,68	3,74	4,12	3,82	3,13	3,89	4,97	3,78
P ₂ O ₅	0,08	0,12	0,17	0,15	0,16	0,13	0,12	0,12
L.O.I.	0,46	0,75	0,81	0,54	0,97	0,85	0,74	0,67
Ba	528	415	413	427	396	302	539	360
Rb	150	144	162	158	155	154	169	154
Sr	178	178	187	197	212	157	164	181
Ce	45	54	59	46	52	64	56	46
La	21	26	29	24	24	30	25	21
Y	22	20	19	18	15	22	20	18
Q	30,69	29,93	30,30	27,92	25,20	33,86	29,42	28,51
or	27,68	22,12	24,37	22,59	18,51	23,01	29,40	22,36
ab	26,96	30,26	27,55	27,89	31,52	25,78	27,38	29,66
an	9,40	11,13	8,52	12,67	14,59	9,53	7,25	11,63
C	0,55	0,50	1,29	0,86	0,24	0,80	1,09	0,63
en	1,55	1,85	2,57	2,85	3,40	2,20	1,50	2,42
fs	0,74	1,00	1,27	1,30	1,66	1,12	0,86	1,21
mt	1,23	1,49	1,99	2,01	2,30	1,65	1,49	1,80
il	0,44	0,55	0,76	0,78	0,99	0,65	0,49	0,67
ap	0,19	0,28	0,40	0,36	0,38	0,31	0,28	0,28
D.I.	85,33	82,31	82,22	78,40	75,24	82,65	86,20	80,53
L.I.	24,49	22,25	21,91	20,15	17,82	22,66	24,61	21,17

(continua)

i diagrammi mette in luce una chiara separazione di campo nella distribuzione delle due popolazioni.

Sulla base quindi dei dati modali elaborati statisticamente e dal fatto che le condizioni 1), 2) e 3) risultano soddisfatte si giunge a concludere che i campioni della zona di Cimon Rava appaiono discriminarsi in due popolazioni granitiche in cui il parametro più significativo di diversificazione risulta il feldispato alcalino.

Studio petrochimico

Tra le due popolazioni modali sono stati scelti 35 campioni (15 e 20 per G1 e G2, rispettivamente) omogeneamente distribuiti e con limitati effetti di deuteresi.

segue Tab. 2

	197	212	220	228	249	255	265	273
SiO ₂	70,40	69,59	72,00	71,86	69,69	73,08	71,19	70,79
TiO ₂	0,30	0,31	0,27	0,30	0,32	0,27	0,31	0,34
Al ₂ O ₃	15,14	15,70	14,26	14,25	15,11	13,92	14,41	14,33
Fe ₂ O ₃	2,39	2,56	2,36	2,51	2,76	2,39	2,57	2,83
MnO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05
MgO	0,72	0,79	0,66	0,73	0,84	0,71	0,87	1,02
CaO	2,13	2,08	1,84	2,00	2,34	1,93	2,14	2,40
Na ₂ O	3,39	3,55	3,31	3,24	3,55	3,32	3,35	3,46
K ₂ O	4,53	4,47	4,37	4,19	4,39	3,53	4,28	3,71
P ₂ O ₅	0,15	0,12	0,12	0,14	0,13	0,09	0,13	0,14
L.O.I.	0,78	0,78	0,76	0,73	0,82	0,71	0,92	0,92
Ba	579	487	440	386	457	193	463	373
Rb	169	177	176	168	165	166	162	157
Sr	217	198	169	170	198	148	180	206
Ce	59	58	54	53	61	59	57	63
La	29	27	27	26	28	28	26	32
Y	20	17	21	22	18	23	20	20
Q	27,76	26,12	31,01	31,56	25,84	34,85	29,38	29,65
or	26,79	26,44	25,85	24,78	25,97	20,89	25,31	21,94
ab	28,65	30,00	27,97	27,38	30,02	28,06	28,31	29,24
an	9,60	9,53	8,35	9,01	10,79	8,99	9,79	10,98
C	1,13	1,51	1,01	1,07	0,54	1,33	0,67	0,58
en	1,80	1,98	1,65	1,82	2,10	1,78	2,17	2,55
fs	0,90	0,95	0,95	1,04	1,08	1,07	1,03	1,23
mt	1,55	1,67	1,52	1,58	1,78	1,46	1,64	1,75
il	0,57	0,59	0,51	0,57	0,61	0,51	0,59	0,64
ap	0,35	0,28	0,28	0,33	0,31	0,21	0,31	0,33
D.I.	83,20	82,56	84,83	83,72	81,83	83,80	83,00	80,83
L.I.	22,99	22,49	23,75	23,15	21,96	23,10	22,69	21,34

(continua)

Mediante fluorescenza di raggi X (FRANZINI et al., 1975; LEONI e SAIITA, 1976) sono stati determinati, oltre agli elementi maggiori, anche alcuni elementi in traccia ritenuti significativi, quali Ba, Rb, Sr, Ce, La e Y. L'ubicazione dei campioni analizzati è riportata nella figura 3 e i risultati delle analisi chimiche sono illustrati nella Tabella 2.

Dai valori di perdita al fuoco, relativamente modesti essendo compresi tra 1,50 e 0,46, si ha il controllo circa lo stadio deuterico non troppo avanzato, anche se la costante presenza di corindone normativo si collega strettamente con una certa sericitizzazione e saussuritizzazione dei plagioclasti.

Il risultato che appare immediato dall'esame delle analisi chimiche consiste

nella scomparsa di qualsiasi connotazione di bimodalità, così come era stata delineata nel paragrafo precedente. Questo fatto viene chiaramente espresso dalla Figura 5 che visualizza i rapporti di correlazione tra elementi e indice di Larsen, e dalla

segue Tab. 2

	277	287	298
SiO ₂	70,83	68,86	71,15
TiO ₂	0,32	0,39	0,38
Al ₂ O ₃	14,72	15,32	14,26
Fe ₂ O ₃	2,63	3,08	2,95
MnO	0,05	0,05	0,05
MgO	0,82	1,02	1,02
CaO	2,17	2,70	2,30
Na ₂ O	3,39	4,01	3,07
K ₂ O	4,32	3,38	4,01
P ₂ O ₅	0,15	0,15	0,14
L.O.I.	0,61	1,05	0,67
Ba	243	493	402
Rb	176	140	162
Sr	174	216	170
Ce	62	48	58
La	30	24	29
Y	20	17	20
Q	28,68	25,17	31,34
or	25,55	19,99	23,72
ab	28,65	33,89	25,95
an	9,79	12,42	10,51
C	0,86	0,49	1,00
en	2,05	2,55	2,55
fs	1,03	1,26	1,24
mt	1,68	1,91	1,81
il	0,61	0,74	0,72
ap	0,35	0,36	0,33
D.I.	82,88	79,05	81,01
L.I.	22,57	19,84	21,75

fatti, se lo studio modale lascia intravedere l'esistenza di due popolazioni granitiche, i dati chimico-analitici portano, in linea di massima, alla definizione di un unico insieme statistico. Ne conseguono due ipotesi possibili:

- 1) lo studio modale, basato su conteggi di due sole sezioni sottili per campione non è significativo e dà ripartizioni apparenti;
- 2) posto che la discriminazione modale si verifica sostanzialmente su contenuti diversificati in feldispato alcalino, si deve pensare a diversi coefficienti di ripartizione del sodio tra feldispati coesistenti.

Tabella 3 in cui vengono riportate le medie, con relative deviazioni standard, per G1 e G2 e la media totale per tutti i graniti analizzati. Inoltre, se da un lato l'andamento dei microelementi si accorda con i dati della letteratura (HOERMANN e MORTEANI, 1976), d'altra parte la dispersione dei dati appare del tutto casuale e quindi non legata all'esistenza di una doppia popolazione granitica su base chimica.

In generale le variazioni indicano chiaramente un unico trend evolutivo per semplice frazionamento interno: tutt'al più le correlazioni geochimiche evidenziano, nell'ambito della supposta popolazione modale G2, quattro campioni con contenuti in Ce e La piuttosto bassi, mentre il loro rapporto si mantiene attorno al valore comune per tutti i campioni considerati ($Ce/La \cong 0,5$). Dato che tale situazione si accompagna ad un abbassamento del contenuto in P₂O₅, si può ipotizzare un frazionamento differenziale dell'apatite.

Discussione

I dati modal, petrochimici e geochimici raccolti nel presente lavoro, pur presentandosi con un carattere di sistematicità, appaiono tra loro non coerenti. In-

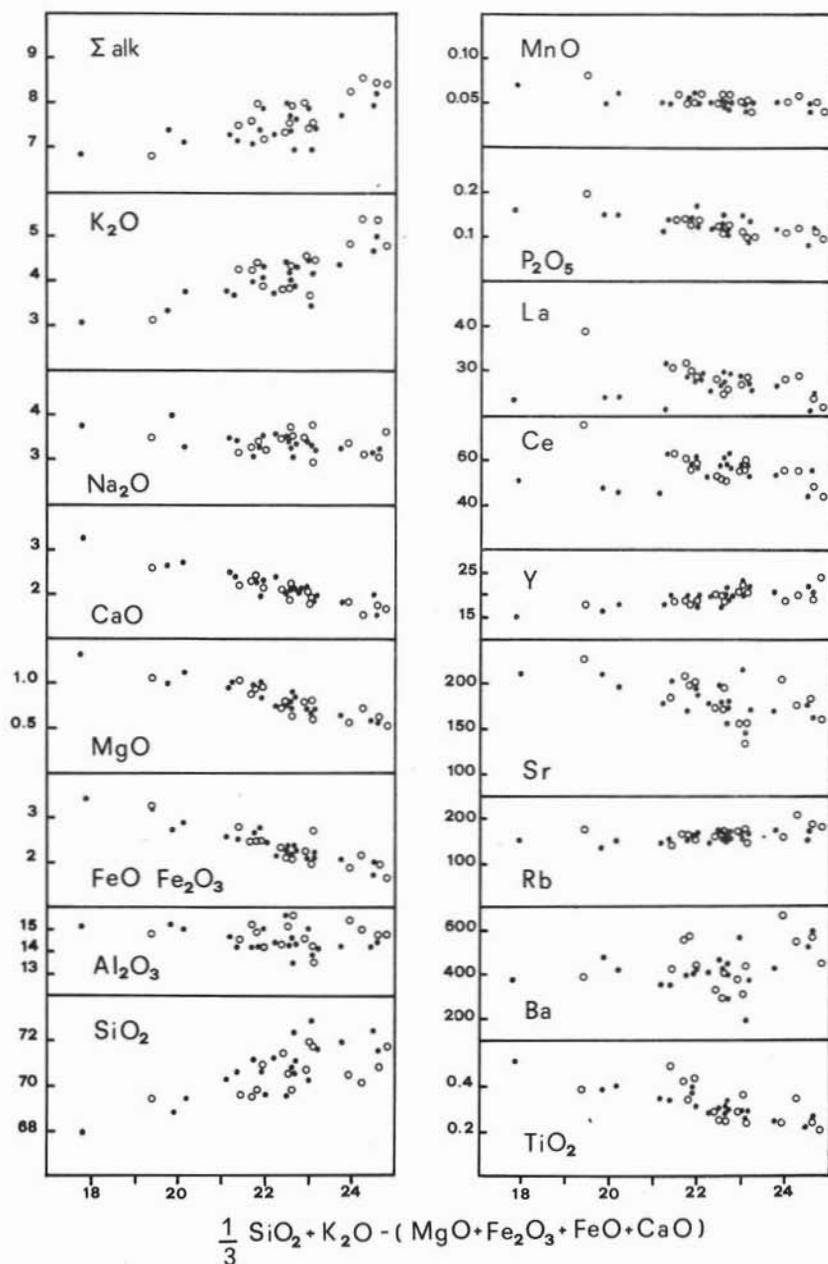


Fig. 5. — Diagrammi di correlazione dei parametri chimici (ossidi in peso %; elementi in traccia in p.p.m.). Simbologgiatura come in Figura 4.

La prima assunzione potrebbe essere una conseguenza dei ridotti valori di IC limitati tra 15 e 25, nel qual caso occorrerebbe effettuare le analisi modali su un numero più alto di sezioni. Tuttavia alcuni tests eseguiti su un numero maggiore

di sezioni sottili per campione (da quattro a sei), anche se non sistematici, confermano i dati originari e le differenze tra le due popolazioni.

Per la verifica della seconda ipotesi, su un numero limitato di campioni (5 per G1 e 8 per G2), si è cercato dapprima di stabilire il contenuto medio in An dei plagioclasti, effettuando delle misure al T.U. che tenessero conto delle zonature.

TABELLA 3

Composizioni chimiche medie di: A, graniti della popolazione modale a carattere monzogranitico (G1); B, graniti della popolazione modale a tendenza granodioritica; C, popolazione granitica globale.

Tra parentesi le deviazioni standard.

	A (G ₁ N=15)	B (G ₂ N=20)	C (G _{TOT} N=35)
SiO ₂	70,64 (0,88)	70,77 (1,26)	70,71 (1,09)
TiO ₂	0,33 (0,09)	0,39 (0,06)	0,33 (0,07)
Al ₂ O ₃	14,83 (0,53)	14,61 (0,53)	14,71 (0,53)
Fe ₂ O ₃	2,61 (0,45)	2,73 (0,39)	2,68 (0,42)
MnO	0,05 (0,01)	0,05 (0,01)	0,05 (0,01)
MgO	0,79 (0,17)	0,88 (0,19)	0,84 (0,18)
CaO	2,05 (0,30)	2,24 (0,36)	2,16 (0,34)
Na ₂ O	3,42 (0,25)	3,40 (0,22)	3,41 (0,23)
K ₂ O	4,33 (0,61)	4,04 (0,44)	4,16 (0,53)
P ₂ O ₅	0,12 (0,03)	0,13 (0,02)	0,13 (0,02)
L.O.I.	0,83 (0,17)	0,81 (0,21)	0,82 (0,19)
Ba	460 (109)	425 (85)	440 (96)
Rb	173 (16)	162 (10)	167 (14)
Sr	184 (26)	184 (20)	184 (22)
Ce	58 (8)	56 (6)	57 (7)
La	29 (4)	27 (3)	28 (4)
Y	20 (2)	20 (2)	20 (2)

base dei contenuti medi in Or dei feldspati alcalini specifici per i 13 campioni analizzati (base feldspato alcalino). Il doppio tipo di calcolo, i cui risultati sono

Successivamente è stato eseguito, sui medesimi campioni, lo studio roentgenografico di aliquote di feldspato alcalino mediante diffrattometria di polveri.

Sono stati così determinati l'indice di triclinicità (secondo GOLDSMITH e LAVES, 1954) la percentuale delle fasi smistate (KUELMER, 1959; 1960) e la percentuale in Or della fase ospite (WRIGHT, 1968; WRIGHT e STEWART, 1968). I risultati (Tabella 4) appaiono piuttosto interessanti, dato che tutti i parametri considerati indicano in media una netta differenza tra le due popolazioni: in particolare il rapporto Ab_{AF}/Ab_{PL} assume i valori di 0,45 e 0,23 per G1 e G2, rispettivamente. Inoltre, a partire dai valori normativi della Tabella 2, sono stati ricalcolati anche i contenuti in feldspato alcalino e in plagioclasio (peso %) sulla base sia dei contenuti medi in An dei plagioclasti (base plagioclasio), sia sulla

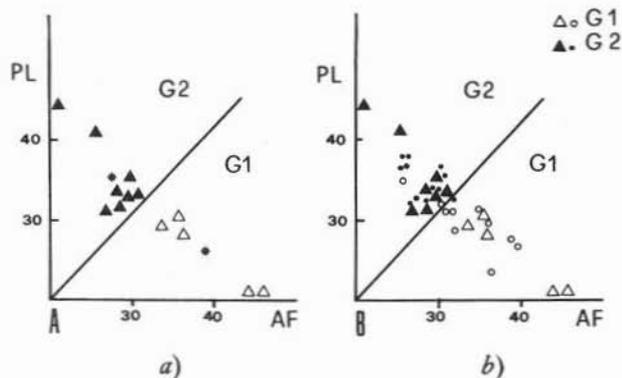


Fig. 6. — Diagrammi di correlazione feldspato alcalino-plagioclasio. a) valori misurati (gli asterischi rappresentano le medie). b) valori misurati e valori calcolati; triangoli e cerchi vuoti per la popolazione G1; triangoli pieni e punti per la popolazione G2.

TABELLA 4

Composizione della fase potassica dei feldispati alcalini, indice di triclinità (Δ), percentuale della fase smistata e composizione globale delle pertiti; composizione media del plagioclasio coesistente; rapporto dei contenuti in molecola albitica dei feldispati coesistenti. Contenuti (peso %) in feldispato alcalino (AF) e plagioclasio (PL), calcolati a partire dai valori normativi in base alla composizione determinata per il plagioclasio (base PL) e in base alla composizione globale definita per le pertiti (base AF). Campioni asteriscati e non, come in tabella 2.

\bar{X} : valori medi; tra parentesi le deviazioni standard.

CAMPIONE N°	FASE K		PERTITE %	%Or FASE OMOG.	An% PLAG.	AD _{AF} /AD _{PL}	BASE PL		BASE AF	
	Or%	Δ					AF	PL	AF	PL
125*	88	0,12	20	75	38	0,42	36,01	29,93	35,51	30,43
155*	88	0,16	21	70	38	0,50	40,14	26,16	45,36	21,04
215*	86	0,18	22	70	36	0,48	33,74	30,19	35,90	28,03
232*	87	0,30	20	72	34	0,44	41,93	23,42	44,56	20,79
307*	90	0,15	18	75	38	0,42	32,19	30,68	33,59	29,28
\bar{X}	88 (2)	0,18 (0,07)	20 (2)	73 (3)	37 (2)	0,45 (0,03)	36,8 (4,4)	28,1 (3,1)	39,0 (5,5)	25,9 (4,6)
4	95	0,30	12	85	33	0,24	26,90	35,03	28,25	33,68
55	95	0,22	11	85	32	0,24	29,16	31,28	28,67	31,76
120	95	0,20	10	90	38	0,18	20,11	44,51	20,57	44,05
156	100	0,40	10	95	26	0,08	30,81	33,23	30,95	33,08
197	100	0,53	15	90	31	0,16	28,61	36,43	29,77	35,27
220	100	0,70	16	84	30	0,24	30,77	31,40	29,43	32,74
255	100	0,40	23	78	32	0,34	24,93	33,01	26,78	31,16
287	95	0,32	16	79	36	0,34	26,14	40,16	25,30	41,00
\bar{X}	98 (2)	0,38 (0,17)	14 (4)	86 (6)	32 (3)	0,23 (0,09)	27,2 (3,5)	35,6 (4,6)	27,5 (3,3)	35,3 (4,7)

esposti sempre nella Tabella 4, appare piuttosto consistente e, oltre a fornire un controllo diretto dell'accuratezza delle misure che hanno portato a definire i contenuti medi in An dei plagioclasii, conduce nuovamente ad una distribuzione di tipo bimodale (figura 6a). Ciò è tanto più vero, in quanto, se per i campioni non analizzati mineralogicamente si fa riferimento al valore medio di Or del feldispato alcalino, si ottiene una netta separazione delle due popolazioni con un solo campione della G1 che va a collocarsi all'interno del campo della G2 e con due campioni che si proiettano al limite della separazione (fig. 6b).

Considerazioni conclusive

Lo studio modale delle plutoniti del settore di Cimon Rava porta alla discriminazione di due popolazioni granitiche che si differenziano quasi esclusivamente in funzione dei diversi contenuti in feldispato alcalino. La bimodalità riscontrata permette di definire un insieme con spiccato carattere monzogranitico e un insieme a tendenza granodioritica, con distribuzioni areali ben definite.

L'andamento geochimico lascia invece supporre una fonte magmatica omogenea per composizione, con modesti effetti di frazionamento interno in entrambe le popolazioni in fase di solidificazione dopo l'intrusione. L'apparente contraddizione

si può considerare superata, almeno in prima approssimazione, dallo studio mineralogico dei feldspati coesistenti i quali presentano coefficienti di ripartizione diversi della molecola albitica.

Riassumendo quanto risulta dallo studio dei feldspati coesistenti, appare infatti che:

- a) la composizione del plagioclasio della popolazione G1 presenta in media contenuti superiori al 5 % An rispetto alla G2;
- b) la fase potassica delle pertiti appartenenti al gruppo monzogranitico G1 ha una composizione più ricca del 10 % Ab nei confronti dei litotipi a tendenza granodioritica G2;
- c) anche la composizione globale del feldspato alcalino risulta arricchita in Ab (13 % in media) nella popolazione G1;
- d) l'indice di triclinicità è mediamente più elevato per la popolazione granitica G2.

Tutti questi elementi, in luogo di ipotizzare liquidi a composizione diversa, farebbero propendere per modalità di cristallizzazione differenti e in particolare per un raffreddamento più veloce o per una degassazione più lenta per le rocce appartenenti alla popolazione G1 (v. per es. CHERRY e TREMBATH, 1978). Comunque, date le caratteristiche peculiari presentate dai feldspati coesistenti nel settore di Cimon Rava, una conclusione definitiva può essere raggiunta solo tramite uno studio mineralogico sistematico che tenga conto anche dei megacristalli di feldspato alcalino, peraltro presenti in ambedue le popolazioni.

Ringraziamenti. — Gli autori ringraziano il prof. CLAUDIO D'AMICO per le discussioni avute durante il lavoro e per la lettura critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- BORSI S., D'AMICO C. e DEL MORO A. (1974) - *Studio radiometrico delle rocce intrusive del massiccio di Cima d'Asta (Trentino)*. Mem. Soc. Geol. Ital. Suppl., 13, 145-159.
- CHERRY M. E. e TREMBATH L. T. (1978) - *Structural state and composition of alkali feldspars in granites of the St. George pluton, south-western New Brunswick*. Mineral. Mag., 42, 391-399.
- D'AMICO C. (1965) - *L'intrusione granodioritica di Roncegno Valsugana. Studio modale*. Mineral. Petrogr. Acta, 11, 141-195.
- D'AMICO C. (1974) - *Hercynian plutonism in the Alps. A report 1973-74*. Mem. Soc. Geol. It. Suppl. 13, 49-118.
- D'AMICO C. (1976) - *Many intrusions in the Cima d'Asta (Northern Italy) epiplutonic complex*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 151, 276-280.
- D'AMICO C. e DEL MONTE M. (1969) - *Le plutoniti del bordo sud-occidentale di Cima d'Asta. Studio modale*. Miner. Petrogr. Acta, 15, 221-246.
- D'AMICO C., DEL MONTE M. e GANDOLFI G. (1971) - *Multiple intrusions in the Cima d'Asta Pluton (Northern Italy)*. Contr. Mineral. Petrol., 31, 13-27.
- D'AMICO C. e GANDOLFI G. (1970) - *Il bordo SW di Cima d'Asta: un esempio di intrusioni adiacenti*. Studi trentini Sc. Nat., Sez. A, 47, 386-399.

- D'AMICO C. e SIENA F. (1977) - *Conoscenze petrochimiche e geochimiche del complesso plutonico di Cima d'Asta (Trentino)*. Mem. Sc. Geol. Univ. Padova, 32, 21 pp.
- DEL MONTE M. (1971) - *Le intrusioni accostate del bordo NW di Cima d'Asta*. Studi trentini Sc. Nat., Sez. A, 48, 3-38.
- FRANZINI M., LEONI L. e SAITTA M. (1975) - *Revisione di una metodologia analitica per fluorescenza-X, basata sulla correzione completa degli effetti di matrice*. Rend. Soc. It. Min. Petrol., 31, 365-378.
- GANDOLFI G. (1972) - *Le plutoniti eterogenee della vetta di Cima d'Asta (Trentino)*. Miner. Petrogr. Acta, 18, 187-204.
- GOLDSMITH J. R. e LAVES F. (1954) - *The microcline-sanidine stability relations*. Geoch. Cosmoch. Acta, 5, 1-19.
- HOERMANN P. K. e MORTEANI G. (1975) - *The distribution of elements in the Cima d'Asta Pluton (Trentino, Northern Italy)*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 151, 153-275.
- I.U.G.S. (1973) - *Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. Recommendations*. N. Jb. Miner. Mh., H4, 149-164.
- KUELLMER F. G. (1959) - *X-ray intensity measurements on perthitic materials. I. Theoretical considerations*. Journ. Geol., 67, 648-660.
- KUELLMER F. G. (1960) - *X-ray intensity measurements on perthitic materials. II. Data from natural alkali feldspars*. Journ. Geol., 68, 307-323.
- LE MAITRE R. W. (1976) - *Some problems of the projection of chemical data into mineralogical classifications*. Contr. Mineral. Petrol., 56, 181-189.
- LEONI L. e SAITTA M. (1976) - *X-ray fluorescence analysis of 29 trace elements in rocks and mineral standards*. Rend. Soc. Ital. Min. Petrol., 32, 497-510.
- WRIGHT T. L. (1968) - *X-ray and optical study of alkali feldspars. II. X-ray method for determining the composition and structural state from measurement of 2 θ values for three reflections*. Am. Mineral., 53, 88-104.
- WRIGHT T. L. e STEWART D. B. (1968) - *X-ray and optical study of alkali feldspars. I. Determination of composition and structural state from refined unit-cell parameters and 2V*. Am. Mineral., 53, 38-87.