

DARIO VISONÀ *

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA
DEL MASSICCIO DI BRESSANONE
(ALPI ORIENTALI)

RIASSUNTO. — Vengono presentati i primi risultati di una indagine geochemica, modale e petrologica del settore occidentale del « massiccio granitico di Bressanone ». La conclusione petrogenetica alla quale si giunge è che l'eterogeneità composizionale del massiccio, formatosi in un contesto ambientale sostanzialmente unitario, sia legata all'intrusione di fusi originatisi da materiali crostali geochemicamente diversi.

La distribuzione di Ca, Fe, Ti, Mg, K, Rb e Sr in queste rocce intrusive ed in quelle delle vicine vulcaniti atesine, permette di prospettare l'esistenza di un intimo legame fra le plutoniti del massiccio di Bressanone e le vulcaniti della serie paleozoica del Trentino Alto Adige.

ABSTRACT. — The author presents the first results of a geochemical, modal and petrological research concerning the western sector of the Bressanone-Brixen massif. The main conclusion is that the compositional heterogeneity of the massif, which was formed in a substantially unitary environmental context, is linked to the intrusion of melts coming from geochemically different crustal materials.

The distribution of Ca, Fe, Mg, Ti, K, Rb and Sr in these plutonic rocks is very similar to that in the nearby, coeval volcanics. This fact suggests the existence of a close genetic link between the Bressanone massif and the volcanics rocks of the « piattaforma porfirica atesina ».

Premessa

Recentemente è stato intrapreso un nuovo ciclo di studi geologici, petrografici e geochemici del massiccio di Bressanone, per approfondire le conoscenze su questo plutone, attualmente ritenute inadeguate.

Questa esigenza risponde alla necessità di disporre del maggior numero possibile di dati, non solo per una corretta interpretazione del plutone stesso, ma anche per un confronto con gli altri massicci della stessa età, al fine di avere ulteriori parametri per caratterizzare l'ambiente geodinamico nel quale si sviluppò l'orogeno Ercinico nel settore studiato.

La porzione di massiccio qui studiata corrisponde alla parte centrale di un complesso plutonico formato, com'è noto, dalle masse di monte Croce - Ivigna - Bressanone e situato al margine settentrionale del Sudalpino delle Alpi Orientali. Da quanto esiste nella letteratura a riguardo di questo complesso, si può dedurre che trattasi di un'intrusione tipicamente epiplutonica di composizione litologica

* Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università, Corso Garibaldi, 37, 35100 Padova.

relativamente omogenea (granitico-granodioritica, con un corteo aplitico-pegmatitico alquanto ridotto, e con subordinati gabbri, dioriti e tonaliti), appartenente alla serie calc-alkalina (BAGGIO et al., 1969; D'AMICO e MOTTANA, 1974; MORGANTE, 1975 e bibl. incl.). La cristallizzazione di età tardo-ercinica (BORSI et al., 1972) è avvenuta secondo alcuni Autori in condizioni di P_{H_2O} e T relativamente basse (P_{H_2O} 750-1000 bars, T 600° C; SCOLARI e ZIRPOLI, 1970); secondo altri in condizioni di P_{H_2O} e di T più elevate (MORGANTE, 1975). D'AMICO e MOTTANA (1974) sottolineano che le relazioni con le vicine e subcontemporanee vulcaniti della piattaforma atesina sono rimaste piuttosto oscure.

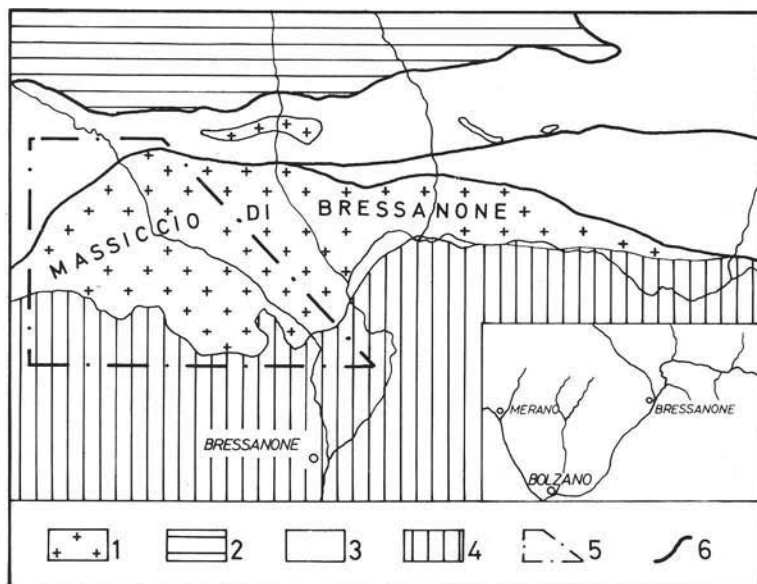


Fig. 1. — Inquadramento geologico del massiccio di Bressanone. 1 - masse intrusive; 2 - finestra dei Tauri; 3 - Austroalpino; 4 - Sudalpino; 5 - area studiata; 6 - principali linee tettoniche. (Tratto da DAL PIAZ, 1932 e modificato).

Caratteristiche mineralogiche e petrografiche

Il settore occidentale del massiccio di Bressanone è costituito da rocce granitoidi di composizione mineralogica piuttosto varia: graniti biotitici, graniti biotitico-anfibolici, graniti a due miche e cordierite, graniti a fayalite e/o granato, granodioriti e granodioriti anfiboliche. In esso compaiono inoltre rocce granitiche colorate in rosa più o meno intenso, e piccole masse scure microgranulari che, eccezionalmente, assumono andamento filoniano con sviluppo di un centinaio di metri.

La campionatura è stata eseguita cercando di coprire il più uniformemente possibile l'area in studio. Essa è stata programmata con l'ausilio di un reticolato

TABELLA 1
Analisi modale

Gruppo A

BRS	209	230	234	239	240	244	245	256B	290A1	290A2	290F6	1228
Q	35	33	31.6	41.5	32.9	48.6	41.85	34.6	36.5	34.1	33.4	38
A	53	51.2	47.3	51.8	57.8	36.7	40.5	56.3	52	54.5	54.5	55
P	12	15.8	21.1	6.7	9.3	14.7	17.65	9.1	11.5	11.4	12.1	7
M	5.8	3.2	4	2.4	5.7	1.4	1.8	4	1.6	1.6	1.7	2

Gruppo B

BRS	202	204	205A	208	213	214	215	216	223	228	229	232	237	238	250	257	262
Q	38.5	32.7	39.2	32.2	34.6	33	27.8	30.6	35.1	36	28	32.5	36.6	40	32.8	31.6	34.5
A	20	30.9	19.9	19.9	22.7	23	30.1	27.1	25.1	29.8	23.9	26	26.2	22	29.8	33	35.9
P	41.5	36.4	40.9	47.9	42.7	44	42.1	42.3	39.8	34.2	48.1	41.5	37.2	38	37.4	35.4	29.6
M	10.5	8.25	12.1	9.6	9.6	8.3	10.1	12.7	6.6	11.4	11.5	9.5	6.1	8.7	15.7	10.4	2.9

BRS	263	264	269	270	271	277	280	293A	1203	1215	1230	1234	1236	1239	1240	1243
Q	26.1	45.6	26.6	29.7	29.8	31.2	32.3	29.3	29.4	35.6	32.7	32.7	24.6	32.3	31.3	36.7
A	18.9	18.1	18.1	21.1	18.4	30.9	21.8	31.4	25.3	34.1	23.1	22.2	25.8	24.9	22.2	29.5
P	55	36.3	55.3	49.2	51.8	37.9	45.9	39.2	45.3	30.3	44.2	45.1	49.6	42.8	46.4	33.8
M	11.8	12.3	15.5	16.5	12.8	9.4	9.2	6.9	9.2	9.6	8.2	12.5	9.3	11.5	7.3	13.9

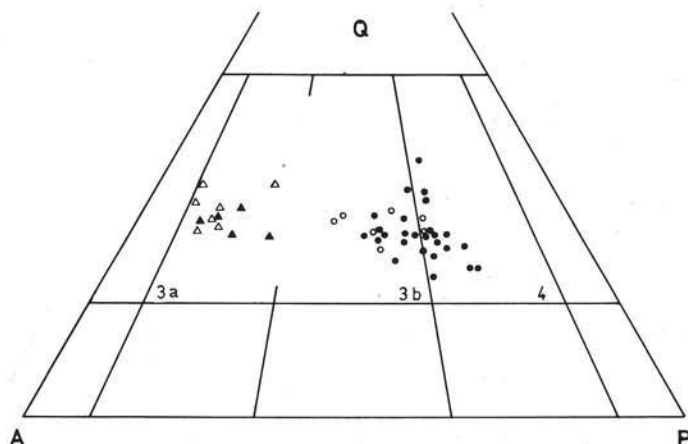


Fig. 2. — Triangolo QAP. I punti rappresentativi delle rocce analizzate si dispongono in due aree distinte con un valore di Q pressochè identico. ▲ e △ gruppo A, rocce hypersolvus; ● e ○ gruppo B, rocce subsolvus.

a maglie quadrate di 500 m di lato, nell'interno di ciascuna delle quali le coordinate del campione da prelevare sono state stabilite usando una tabella di numeri casuali.

Tutti i campioni così ottenuti sono stati sottoposti a studio in sezione sottile, che fra l'altro ha consentito una scelta motivata di 48 campioni da analizzare in maniera approfondita, sia dal punto di vista chimico che modale e microstrutturale. Questi campioni, fra i quali per ora non sono comprese le rocce granitiche « rosse » nè le rocce microgranulari scure, coprono abbastanza uniformemente il settore in esame.

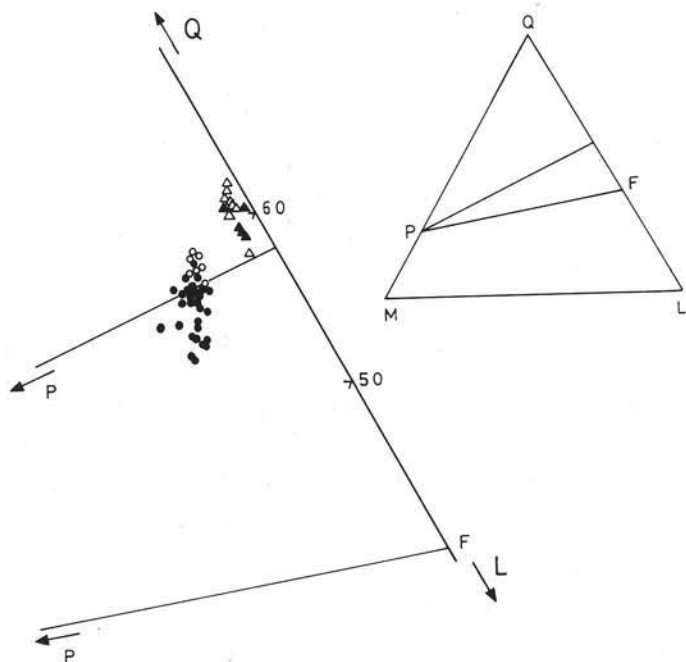


Fig. 3. — Triangolo QLM. Le rocce del gruppo A e quelle del gruppo B differiscono notevolmente nel contenuto in femici, inoltre, non appaiono disposte su di una stessa linea evolutiva. I simboli sono gli stessi di Fig. 2.

Il complesso di caratteri petrografici, geochimici e di giacitura consentono di riconoscere due gruppi ben distinti di rocce.

Al gruppo A (rappresentato da triangoli in tutti i diagrammi) appartengono rocce di composizione granitica, sempre con feldspato peritico, affioranti in seno al plutone a formare filoni e chiazze.

Al gruppo B (rappresentato da cerchi in tutti i diagrammi) appartengono rocce di composizione granodioritica e granitica, di cui alcune con $Q + Or + Ab \geq 80$ (cerchi vuoti), sempre con carattere subsolvus e che costituiscono la porzione fondamentale del massiccio.

Analizziamo ora con maggior dettaglio i caratteri di questi due gruppi di rocce.

I risultati delle analisi modali sono riportati in Tabella 1; nel diagramma QAP

(IUGS SUBC., 1973) sono proiettati i punti rappresentativi della loro composizione mineralogica. In esso i punti si concentrano in due aree ben distinte (fig. 2): la prima in prossimità del limite sinistro del campo 3a, la seconda comprendente parte del campo 3b e del campo 4.

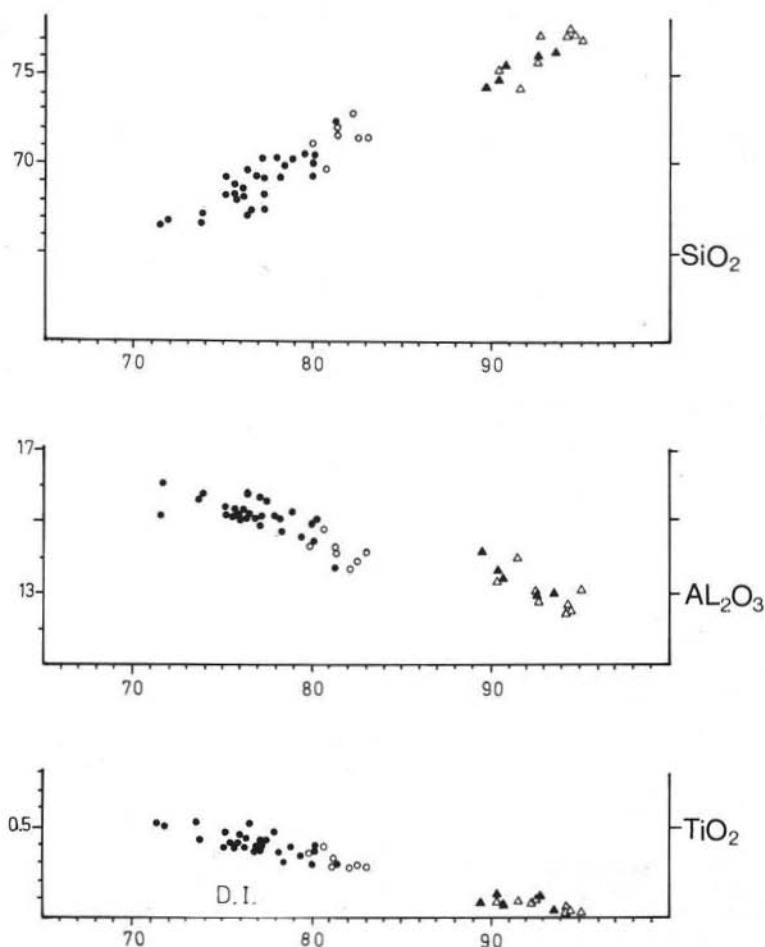


Fig. 4. — In questi tre diagrammi, nei quali l'indice di differenziazione DI è contrapposto a SiO_2 , Al_2O_3 e TiO_2 , si può notare l'esistenza di un gap fra le rocce del gruppo A e quelle del gruppo B; inoltre le rocce dei due gruppi tendono a disporsi su rette a diverso trend.

Nella prima area (gruppo A) cadono i punti rappresentativi dei seguenti tipi di rocce: *a*) graniti a grana minuta costituiti da pertite, quarzo, plagioclasio (anche entro le pertiti, in questo caso con un bordo più acido e parzialmente riassorbito), biotite, che si rinvencono in rari filoncelli (max 10 cm); *b*) graniti a grana minuta la cui associazione mineralogica è data da pertite, quarzo, plagioclasio (che, come nel caso precedente, può trovarsi nelle pertiti), mica chiara e cordierite; l'area di affioramento di questi graniti è limitata e si trova nel settore sud-occidentale del

massiccio; c) graniti a fayalite e/o granato e/o presunto anfibolo alcalino; sono rocce a grana ben sviluppata, talora con struttura porfirica, costituite da pertite (talora in associazione micropegmatitica), quarzo, plagioclasio — anche in questo caso può trovarsi entro le pertiti, con un bordo più acido e parzialmente riassorbito —, due tipi di biotite (una con pleocroismo su toni giallo e marron bruno e l'altra con pleocroismo su toni giallo e verde), fayalite e/o granato e presunto anfibolo alcalino: affiorano in filoni e masserelle, senza regola apparente, dentro alla massa plutonica.

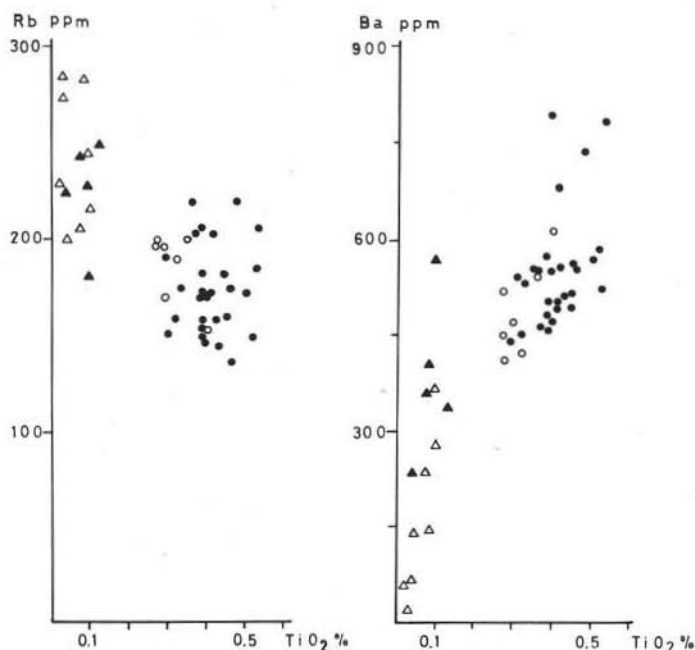


Fig. 5. — In questi due diagrammi i punti rappresentativi delle rocce del gruppo A seguono un certo « trend », con tenori più elevati in Rb e più bassi in Ba per rocce con alti DI, bassi contenuti in Rb ed alti in Ba per quelle meno differenziate. Invece, i punti rappresentativi delle rocce subsolvus (gruppo B) si ammassano in una regione del campo nella quale i graniti occupano la porzione a minor contenuto in TiO_2 . Per i simboli vedi Fig. 2.

Caratteristica comune a questi tre tipi di rocce del gruppo A è il fatto che il feldspato sodico si trova solo come costituente delle pertiti, questo indica che il feldspato è cristallizzato tutto sopra la curva del solvus nel sistema binario Ab-Or (TUTTLE e BOWEN, 1958, pag. 128). La presenza di plagioclasio anche al nucleo di pertiti suggerisce una cristallizzazione di tipo « hypersolvus » (TUTTLE e BOWEN, 1958, pagg. 134 e 141).

Nella seconda area (gruppo B) cadono i punti rappresentativi del gruppo di rocce formate dall'associazione di quarzo, plagioclasio, K-feldspato, biotite, contenenti talora anfibolo e meno frequentemente granato; quest'ultimo compare come

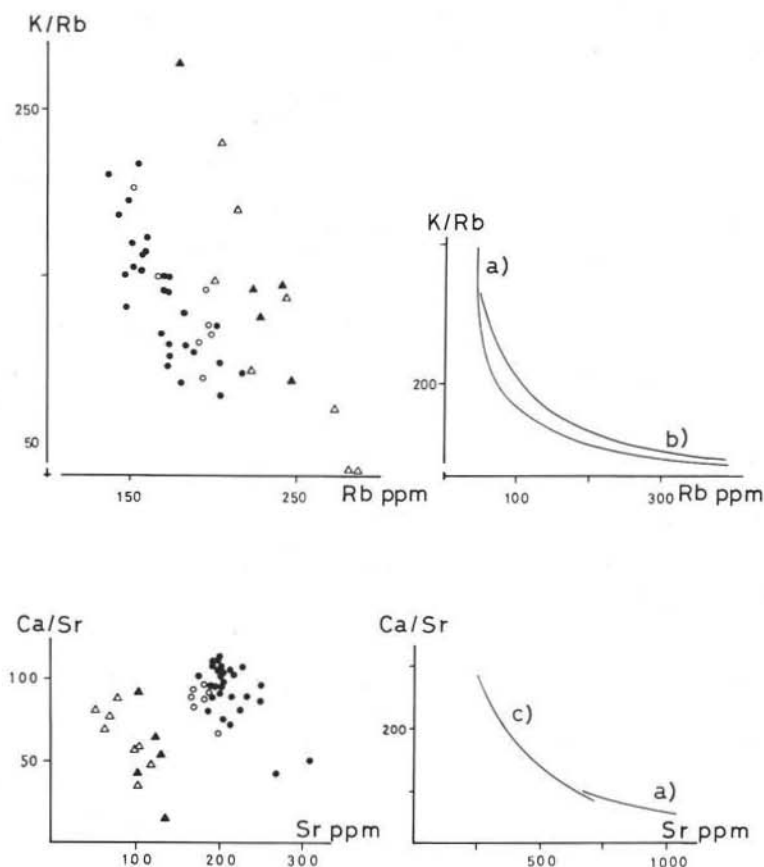


Fig. 6. — Nei diagrammi rappresentati in questa figura, sono evidenti trend evolutivi distinti per le rocce del gruppo A e per quelle del gruppo B. Come paragone vengono riportati anche i trend di alcuni complessi noti: *a*) Lassen Peak, *b*) batolite della California del Sud, *c*) intrusione del Skaergaard (DUPUY, 1970). Per i simboli vedi Fig. 2.

minerale relitto all'interno di plagioclasti. Anfibolo e granato compaiono sia nei litotipi il cui punto rappresentativo cade nel campo 3b (graniti), sia in quelli il cui punto rappresentativo cade nel campo 4 (granodioriti). Come caratteristica comune alle rocce appartenenti a questo gruppo può essere assunto il loro carattere « subsolvus » (TUTTLE e BOWEN, 1958; BONIN e MARTIN, 1976).

Chimismo

I risultati delle analisi chimiche degli elementi maggiori, dei minori e di Rb, Sr e Ba sono riportati nella Tabella 2, ed in alcuni diagrammi ritenuti particolarmente significativi.

Nel diagramma triangolare QLM (fig. 3) i punti che rappresentano i campioni analizzati vanno a formare due gruppi ben distinti. Il gruppo localizzato vicino

TABELLA 2
Analisi chimiche - Gruppo A

Camp. BRS N°	209	230	234	239	240	244	245	252	256 B	290A1	290A2	290FG	1228
SiO ₂	75.70	74.66	75.26	77.48	77.10	74.04	74.21	75.17	76.15	77.19	75.98	77.21	76.80
TiO ₂	0.10	0.13	0.08	0.04	0.03	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.10	0.02	0.03
Al ₂ O ₃	12.97	13.68	13.36	12.51	12.50	14.03	14.25	13.82	13.02	12.68	13.00	12.84	13.11
Fe ₂ O ₃	0.07	-	-	-	0.07	-	-	0.47	-	-	-	-	-
FeO	1.15	1.42	1.18	0.94	0.89	1.35	1.51	1.00	1.23	0.73	1.31	0.84	0.90
MnO	0.07	0.04	0.05	0.03	0.06	0.05	0.05	0.03	0.06	0.02	0.04	0.05	0.05
MgO	0.71	0.02	0.42	0.18	0.16	0.38	0.42	0.56	0.04	0.18	0.22	0.12	0.02
CaO	0.31	1.34	1.14	0.53	0.63	0.80	0.99	0.55	0.65	0.80	0.87	1.00	0.63
Na ₂ O	2.86	3.08	3.22	3.36	3.18	3.24	3.40	3.49	3.20	2.74	2.76	3.38	3.60
K ₂ O	5.71	5.05	5.16	4.78	5.16	5.65	4.74	4.80	5.28	5.92	5.70	4.54	4.84
P ₂ O ₅	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.07	0.06	0.08	0.01	0.02	0.04	0.03	0.02
H ₂ O ⁺	0.96	0.86	0.78	0.74	0.47	0.86	0.83	0.57	0.76	0.15	0.69	0.03	0.60
Somma	100.63	100.29	100.69	100.62	100.27	100.56	100.54	100.62	100.48	100.50	100.49	100.06	100.58
Rb	180	248	228	200	273	244	242	282	223	205	215	228	283
Sr	136	105	125	105	65	120	130	70	105	100	105	80	55
Ba	535	342	360	140	65	365	405	146	232	238	280	60	20
Norme C. I. P. W.													
Q	34.62	33.44	32.70	37.53	36.57	30.38	32.46	34.08	34.88	36.09	35.30	37.20	35.26
C	1.56	0.75	0.41	0.91	0.58	1.29	1.87	2.07	0.88	0.35	0.80	0.61	0.85
or	33.74	29.84	30.58	28.24	30.49	33.39	28.01	28.36	31.20	34.98	33.68	26.83	28.60
ab	24.20	26.06	27.25	28.43	26.90	27.41	28.77	29.53	27.07	23.18	23.35	28.60	30.46
an	1.40	6.51	5.56	2.43	2.99	3.51	4.52	2.20	3.15	3.83	4.05	4.76	2.99
en/hy	1.76	0.04	1.06	0.44	0.39	0.94	1.04	1.39	0.09	0.44	-	0.29	-
fs/hy	2.01	2.46	2.10	1.71	1.63	2.42	2.73	1.37	2.23	1.26	2.31	1.60	1.69
mt	0.10	-	-	-	0.10	-	-	0.68	-	-	-	-	-
ilm	0.18	0.24	0.15	0.07	0.05	0.17	0.15	0.15	0.15	0.13	0.18	0.03	0.05
ap	0.04	0.04	0.09	0.07	0.04	0.16	0.14	0.18	0.02	0.04	0.09	0.07	0.04
Q	60.11	59.11	58.6	61.58	60.74	57.48	59.12	59.80	60.04	60.26	60.22	61.15	60.25
L	38.04	39.62	39.8	37.57	38.15	40.92	39.50	38.78	39.01	38.69	38.70	37.99	39.28
M	1.85	1.27	1.6	0.85	1.11	1.60	1.38	1.42	0.95	1.05	1.08	0.86	0.47
D. I.	92.56	90.27	90.75	94.34	94.20	91.50	89.50	92.20	93.45	94.25	92.60	92.60	94.90

(continua)

al lato QL è quello dei graniti del gruppo A; l'altro, formato dalle rocce «sub-solvus», si dispone con asse allungato quasi perpendicolarmente al lato ML del diagramma, con i termini granodioritici verso il lato ML e quelli granitici verso il lato QL. La notevole diversità nel contenuto in femici per uno stesso valore di Q è un altro carattere distintivo dei due gruppi.

TABELLA 2
Analisi chimiche - Gruppo B

(segue Tab. 2)

Camp. BRS N°	282	290 B	293 A	1203	1215	1230	1234	1236	1239	1240	1243
SiO ₂	68.10	68.80	71.35	70.13	69.42	69.32	67.23	66.12	70.23	72.28	69.84
TiO ₂	0.39	0.40	0.28	0.39	0.40	0.37	0.44	0.52	0.46	0.30	0.35
Al ₂ O ₃	15.30	15.10	13.90	14.86	14.79	15.12	15.73	15.18	15.12	13.74	14.36
Fe ₂ O ₃	0.56	0.34	0.35	0.19	0.29	0.05	0.24	0.59	0.05	-	0.30
FeO	2.71	2.90	2.04	2.73	2.73	2.86	3.18	3.20	3.21	2.61	2.64
MnO	0.07	0.09	0.05	0.07	0.08	0.06	0.06	0.09	0.07	0.06	0.07
MgO	1.28	1.18	0.80	0.94	0.98	1.41	1.62	1.88	0.64	1.16	1.18
CaO	2.89	2.93	2.10	2.93	1.92	2.77	2.94	3.03	2.78	2.10	2.17
Na ₂ O	3.01	3.02	3.07	2.92	3.00	3.00	3.15	2.92	3.21	3.01	2.99
K ₂ O	4.02	3.53	3.93	3.84	4.14	4.28	3.65	3.45	3.76	4.23	3.79
P ₂ O ₅	0.18	0.09	0.10	0.12	0.12	0.11	0.10	0.16	0.11	0.09	0.12
H ₂ O ⁺	1.42	1.82	1.18	1.16	1.63	1.16	1.85	2.38	0.93	0.91	1.84
Somma	99.92	100.20	99.15	100.28	99.70	100.51	100.19	100.02	100.56	100.49	100.06
Rb	171	147	195	158	151	204	181	149	174	174	170
St	235	190	168	205	205	205	232	195	207	187	200
Ba	550	549	410	480	613	462	522	530	485	475	475
Norme C. I. P. W.											
Q	25.79	27.86	31.63	29.12	29.14	25.61	24.21	25.44	28.18	30.59	27.34
C	1.17	1.19	1.01	0.86	2.17	0.77	1.49	1.51	0.97	0.60	0.93
or	23.75	20.86	23.22	22.69	24.46	25.29	21.57	20.38	22.22	24.99	22.22
ab	25.47	25.55	25.97	24.70	25.38	25.38	26.65	24.70	27.16	25.47	24.79
an	13.16	13.94	9.76	13.75	8.74	13.02	13.93	13.98	13.07	9.83	14.85
en/hy	3.18	2.93	1.99	2.34	2.44	3.51	4.03	4.68	1.59	2.88	2.90
fs/hy	3.99	4.55	3.08	4.34	4.26	4.71	5.02	4.69	5.22	4.40	4.36
mt	0.81	0.49	0.50	0.27	0.42	0.07	0.34	0.85	0.07	-	0.47
ilm	0.74	0.75	0.53	0.74	0.75	0.70	0.83	0.98	0.87	0.56	0.75
ap	0.42	0.21	0.23	0.28	0.28	0.26	0.23	0.37	0.26	0.21	0.28
Q	53.40	54.96	57.55	55.59	56.68	53.33	52.80	53.10	55.14	56.34	54.57
L	40.18	39.02	38.24	39.08	38.68	40.30	40.23	38.65	39.78	38.13	40.13
M	6.42	6.02	4.21	5.39	4.64	6.37	6.97	8.25	5.08	5.53	5.30
D. I.	76.17	75.50	82.53	77.26	80.60	76.80	73.68	71.35	77.87	81.42	75.70

(continua)

Nei tre diagrammi in cui l'indice di differenziazione DI (THORNTON e TUTTLE, 1960) è contrapposto a SiO₂, Al₂O₃, TiO₂ (Fig. 4), si può notare ancora lo stesso comportamento descritto nei diagrammi QAP e QLM. Le rocce con carattere « hypersolvus » si localizzano, anche in questi casi, in un'area del diagramma ben

TABELLA 2
Analisi chimiche - Gruppo B

(segue Tab. 2)

Camp. BRS N°	237	238	250	257	262	263	264	269	270	271	277	280
SiO ₂	71.41	70.32	67.95	69.32	72.79	68.38	68.12	66.80	66.66	67.13	70.41	67.35
TiO ₂	0.27	0.39	0.40	0.32	0.27	0.45	0.46	0.50	0.52	0.41	0.29	0.42
Al ₂ O ₃	14.16	13.50	13.38	15.08	13.68	15.08	15.20	16.05	15.83	15.75	14.38	15.60
Fe ₂ O ₃	0.40	0.42	0.25	-	0.30	0.44	0.60	0.60	0.55	1.27	0.28	2.02
FeO	2.15	2.80	2.97	2.96	2.06	3.09	3.03	3.46	3.34	2.16	2.38	1.46
MnO	0.06	0.08	0.05	0.06	0.06	0.08	0.08	0.09	0.09	0.07	0.08	0.08
MgO	0.92	1.08	1.05	1.27	0.56	1.20	1.33	1.28	1.12	1.41	0.96	1.37
CaO	1.95	2.55	3.09	2.38	2.26	2.70	3.27	3.34	3.18	3.00	2.48	2.99
Na ₂ O	2.97	2.80	3.00	3.21	2.84	2.73	3.28	2.85	2.98	3.34	3.14	3.04
K ₂ O	4.65	4.00	4.15	3.96	4.40	4.09	3.81	3.55	4.00	3.65	4.05	3.92
P ₂ O ₅	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.12	0.13	0.15	0.13	0.15	0.09	0.12
H ₂ O ⁺	1.46	1.90	1.21	1.26	1.20	1.67	1.25	1.82	1.47	1.32	1.04	1.77
Somma	100.49	99.94	99.60	99.91	100.51	100.04	100.55	100.49	99.87	99.65	99.58	100.14
Rb	197	150	170	159	197	160	136	171	185	172	190	158
Sr	170	203	202	190	183	217	205	250	220	208	175	250
Ba	450	460	500	450	525	567	550	566	585	502	440	688
Norme C. I. P. W.												
Q	29.54	29.97	24.57	26.46	32.54	27.47	23.80	25.62	23.62	24.54	28.41	26.33
C	0.91	0.16	0.57	1.40	0.35	1.54	0.04	1.80	1.12	1.20	0.53	1.20
or	27.48	23.63	24.52	23.40	26.00	24.17	22.51	20.97	23.63	21.57	23.93	23.16
ab	25.13	23.69	25.38	27.16	24.03	23.10	27.75	24.11	25.21	28.26	26.57	25.72
an	9.08	11.19	14.67	11.22	10.62	12.61	15.37	15.59	14.92	13.90	11.71	14.05
en/hy	2.29	2.68	2.61	3.16	1.39	2.98	3.31	3.18	2.78	3.51	2.39	3.41
fs/hy	3.28	4.29	4.67	5.01	3.20	4.71	4.45	5.19	4.98	2.37	3.80	0.46
mt	0.57	0.60	0.36	-	0.43	0.63	0.86	0.86	0.79	1.84	0.40	2.92
ilm	0.51	0.74	0.75	0.60	0.51	0.85	0.87	0.94	0.98	0.77	0.55	0.79
ap	0.21	0.23	0.23	0.21	0.21	0.28	0.30	0.35	0.30	0.35	0.21	0.28
Q	55.95	55.50	52.68	54.51	57.51	54.81	51.23	53.54	52.03	52.17	55.08	52.80
L	39.38	37.91	41.16	39.86	38.37	38.94	41.12	39.52	41.09	41.10	39.67	40.61
M	4.67	6.59	6.16	5.63	4.12	6.25	7.65	6.94	6.88	6.73	5.25	6.59
D. I.	82.96	78.86	75.70	78.10	83.15	76.00	75.22	71.70	73.68	76.42	80.10	77.25

(continua)

distinta da quella occupata dalle rocce « subsolvus ». Le rocce del gruppo A sono fortemente differenziate, come indica il valore del loro DI, ma non sembrano appartenere allo stesso « trend » delle rocce del gruppo B, che invece sono strettamente legate fra loro dal punto di vista evolutivo.

TABELLA 2
Analisi chimiche - Gruppo B

(segue Tab. 2)

Camp. BRS N°	202	204	205 A	208	213	214	215	216	223	228	229	232
SiO ₂	69.6	72.02	67.27	69.18	71.09	71.58	70.69	69.96	69.16	69.23	68.14	70.06
TiO ₂	0.43	0.29	0.53	0.39	0.35	0.32	0.33	0.30	0.39	0.39	0.41	0.36
Al ₂ O ₃	15.11	14.16	15.36	15.44	14.31	14.26	14.54	14.71	15.03	15.11	15.66	14.97
Fe ₂ O ₃	0.33	0.17	0.65	0.48	0.41	0.32	0.89	0.34	0.38	0.16	0.18	0.25
FeO	2.88	2.24	3.30	2.84	2.59	2.28	2.31	2.83	3.00	2.88	3.29	2.74
MnO	0.08	0.07	0.10	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07
MgO	1.04	0.74	1.34	1.00	0.74	0.75	0.86	1.02	1.22	1.48	1.40	1.06
CaO	2.95	2.46	2.20	3.20	2.52	2.25	2.62	2.65	1.61	2.58	2.06	2.17
Na ₂ O	3.00	3.02	2.81	3.01	2.67	2.83	3.00	3.05	2.83	3.13	2.68	2.76
K ₂ O	3.68	4.08	4.06	3.59	4.39	4.13	4.06	3.79	4.37	4.13	4.49	4.48
P ₂ O ₅	0.12	0.09	0.15	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.09	0.12	0.10
H ₂ O ⁺	1.38	1.28	2.42	1.30	1.19	1.44	1.13	1.27	2.29	1.29	1.90	1.48
Somma	100.60	100.62	100.19	100.63	100.44	100.34	100.40	100.10	100.47	100.55	100.41	100.50
Rb	144	169	205	206	200	189	173	170	155	182	202	218
Sr	200	190	310	215	185	170	193	195	270	228	205	215
Ba	510	440	780	578	552	420	500	540	790	495	491	540
Norme C.I.P.W.												
Q	28.50	31.06	26.89	27.95	30.71	32.04	29.47	28.71	28.87	25.61	26.75	28.92
C	1.11	0.51	2.70	1.07	0.82	1.28	0.68	1.01	2.98	1.01	2.93	1.87
or	21.74	24.11	23.99	21.21	25.94	24.40	23.99	22.39	25.44	24.40	26.53	26.47
ab	25.38	25.55	23.77	25.47	22.59	23.94	25.38	25.80	23.94	26.48	22.67	23.35
an	13.85	11.61	9.93	15.09	11.84	10.51	12.34	12.49	7.26	12.21	9.43	10.11
en/hy	2.58	1.84	3.33	2.49	1.84	1.86	2.14	2.54	3.03	3.68	3.48	2.63
fs/hy	4.45	3.62	4.83	4.32	3.98	3.54	3.09	4.56	4.69	4.66	5.36	4.36
mt	0.47	0.24	0.94	0.69	0.59	0.46	1.29	0.49	0.55	0.23	0.26	0.36
ilm	0.81	0.55	1.00	0.74	0.66	0.60	0.62	0.56	0.74	0.74	0.77	0.68
ap	0.28	0.21	0.35	0.28	0.23	0.23	0.23	0.23	0.26	0.21	0.28	0.23
Q	55.17	56.72	55.07	54.73	56.48	57.82	55.24	55.40	56.94	53.38	55.56	56.22
L	39.05	38.81	38.58	39.47	38.51	37.99	39.25	38.96	38.13	40.14	38.92	38.90
M	5.78	4.47	6.35	5.80	5.08	4.12	5.51	5.64	4.93	6.48	5.52	4.88
D.I.	76.25	81.30	76.45	75.10	79.88	81.30	79.44	78.40	80.10	77.10	77.13	79.94

I due gruppi di rocce individuate nei diagrammi precedenti sono nettamente distinti anche nel loro contenuto in TiO₂: a parità di Rb e di Ba, hanno tenori in TiO₂ considerevolmente diversi (fig. 5).

Nella fig. 6 viene considerata la relazione fra il rapporto elemento maggiore/elemento in traccia isomorfo ed il dato elemento in traccia (K/Rb-Rb e Ca/Sr-Sr),

allo scopo di mettere in evidenza il trend evolutivo delle rocce in studio. In questi diagrammi è evidente che le rocce del gruppo A e quelle « subsolvus » appartengono a trend diversi (a parità di elem. magg./elem. in traccia hanno differenti contenuti in elemento in traccia) e non possono quindi essere riferite ad una semplice sequenza evolutiva.

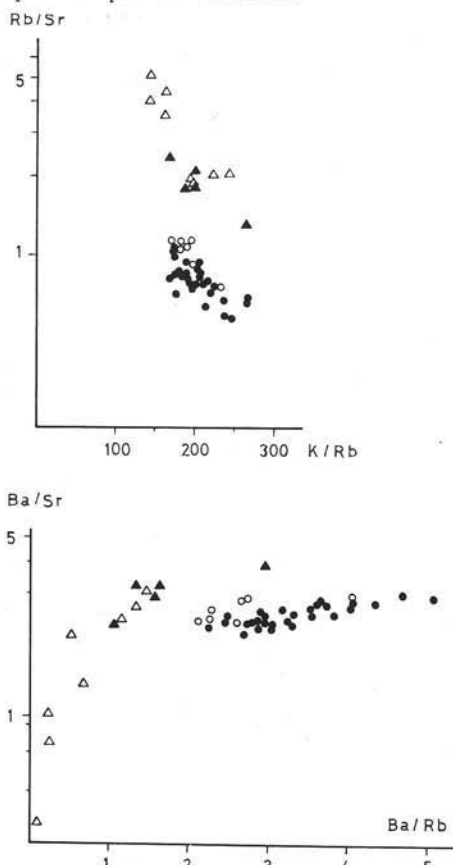


Fig. 7. — Nel primo diagramma si vede che per uno stesso valore di K/Rb le rocce del gruppo A hanno Rb/Sr considerevolmente superiore a quelle del gruppo B. Nel secondo diagramma, il rapporto Ba/Sr, che rimane sostanzialmente costante nelle rocce del gruppo B, aumenta distintamente all'aumentare di Ba/Rb nelle rocce del gruppo A. Per i simboli vedi Fig. 2.

maggiormente differenziati. I dati petrologici sperimentali indicano, infatti, una sottosaturazione in H_2O delle rocce hypersolvus tale da non permettere una loro derivazione da magmi saturi in acqua, dai quali invece cristallizzerebbero rocce con carattere di solvus.

In conclusione, i dati relativi ai contenuti in elementi maggiori, minori e ad alcuni elementi in traccia (Ba, Rb ed Sr) concordano nell'individuare, nell'area

I diagrammi di fig. 7 mettono ancora una volta in risalto la differenza fra i due gruppi (A e B) di rocce descritti e suggeriscono diversità geochimiche intrinseche nei materiali da cui presero origine i rispettivi fusi. Per uno stesso intervallo di valori del K/Rb le rocce del gruppo A hanno Rb/Sr considerevolmente superiore a quelle « subsolvus ». Quanto al rapporto Ba/Sr, esso è sostanzialmente costante in queste ultime rocce, mentre nelle prime aumenta distintamente con l'aumentare del valore di Ba/Rb.

Le marcate differenze geochimiche finora messe in evidenza non sono invece rilevabili nei diagrammi di figg. 8 e 9. Infatti, aumentando il rapporto Rb/Sr (che può essere considerato come un indice di frazionamento), i vari tipi litologici si dispongono in successione continua, a partire dai tipi più basici, che hanno alti tenori in Sr, fino a quelli più acidi, che hanno contenuti in Sr più bassi. Lo stesso comportamento è esibito dal Ba in funzione del rapporto K/Ba. Si ha da questi ultimi due diagrammi l'impressione di un trend evolutivo unico in contrasto con le differenze dedotte con molta chiarezza dai diagrammi precedenti, e che trovano un riscontro petrologico nel carattere « hypersolvus » esibito dai litotipi

TABELLA 3

BRS	Q	Or	Ab	Ab/An	si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	ti	qz
Gruppo A														
239	39.9	30.0	30.1	11.7	506	48.2	7	3.7	41.1	0.48	0.25	0.53	0.20	248
240	38.9	32.5	28.6	8.99	497	47.5	7	4.4	41.1	0.52	0.22	0.63	0.15	239
252	37.1	30.8	32.1	13.4	436	47.3	11.9	3.4	37.4	0.48	0.41	0.29	0.35	197
1228	37.4	30.3	32.3	10.2	487	49.0	5	4.3	41.7	0.47	-	0.86	0.14	227
290 A1	38.3	37.1	24.6	6.1	493	47.7	5.7	5.5	41.1	0.59	0.30	0.96	0.34	235
290 F6	40.1	29.0	30.9	6	491	48.1	5.9	6.8	39.2	0.47	0.19	1.15	0.10	243
244	33.3	36.6	30.1	7.8	420	46.9	9.9	4.9	38.3	0.53	0.33	0.49	0.38	176
245	36.4	31.4	32.2	6.4	419	47.4	10.9	6	35.7	0.48	0.32	0.55	0.34	188
Gruppo B														
204	38.5	29.9	31.6	2.2	366	42.4	16.1	13.4	28.1	0.47	0.35	0.83	1.11	168
213	38.8	32.7	28.5	1.9	352	41.8	18.1	13.4	26.7	0.52	0.30	0.74	1.31	161
214	39.8	30.4	29.8	2.3	366	43.1	17.1	12.3	27.5	0.49	0.34	0.72	1.23	172
237	35.9	33.5	30.6	2.7	361	42.1	17.8	10.6	29.5	0.51	0.39	0.60	1.03	155
262	39.4	31.5	29.1	2.3	386	42.7	15.0	12.8	29.5	0.50	0.29	0.85	1.08	181
293 A	39.4	28.9	31.7	2.7	373	42.8	16.7	11.8	28.7	0.46	0.37	0.71	1.10	172
1215	36.9	31.0	32.1	2.9	342	42.8	19.8	10.1	27.3	0.48	0.36	0.51	1.48	148

TABELLA 4

Localizzazione dei campioni con coordinate geografiche riferite al reticolato italiano (orientamento a M. Mario)

BRS III		BRS III		BRS IV	
202	0°57'11" W 46°48'27" N	245	0°52'39" W 46°25'27" N	1203	0°56'55" W 46°50'01" N
204	0°58'25" W 46°47'20" N	250	0°51'53" W 46°47'03" N	1215	0°55'35" W 46°50'16" N
205A	0°59'09" W 46°47'17" N	252	0°52'13" W 46°46'53" N	1228	0°55'14" W 46°50'41" N
208	0°57'38" W 46°48'14" N	256B	0°53'01" W 46°45'31" N	1230	0°55'04" W 46°50'15" N
209	0°58'00" W 46°47'05" N	257	0°53'04" W 46°45'48" N	1234	0°54'03" W 46°50'23" N
213	0°55'05" W 46°48'41" N	262	0°52'34" W 46°46'33" N	1236	0°53'45" W 46°50'07" N
214	0°55'20" W 46°48'56" N	263	0°50'44" W 46°47'19" N	1239	0°54'13" W 46°50'11" N
215	0°48'49" W 46°46'17" N	264	0°50'31" W 46°47'28" N	1240	0°54'33" W 46°50'16" N
216	0°49'16" W 46°46'34" N	269	0°55'10" W 46°46'51" N	1243	0°51'29" W 46°50'40" N
223	0°56'35" W 46°46'12" N	270	0°55'23" W 46°46'41" N		
228	0°56'36" W 46°46'57" N	271	0°55'11" W 46°46'38" N		
229	0°57'19" W 46°46'59" N	277	0°53'47" W 46°47'19" N		
230	0°57'01" W 46°47'02" N	280	0°56'01" W 46°47'28" N		
232	0°57'19" W 46°47'20" N	282	0°56'07" W 46°47'00" N		
237	0°54'34" W 46°47'40" N	290A ₁	0°52'13" W 46°48'42" N		
238	0°54'04" W 46°47'39" N	290A ₂	0°52'13" W 46°48'42" N		
239	0°53'59" W 46°47'40" N	290B	0°52'13" W 46°48'42" N		
240	0°53'57" W 46°47'39" N	290FG	0°52'12" W 46°48'41" N		
244	0°52'30" W 46°45'37" N	293A	0°48'18" W 46°47'47" N		

studiata, due gruppi di rocce (A e B) a diverso trend evolutivo. Essi possiedono caratteristiche geochemiche tali da indicare sorgenti diverse o un diverso tipo di evoluzione a partire da una sorgente comune.

Petrologia e dati di cronologia radiometrica

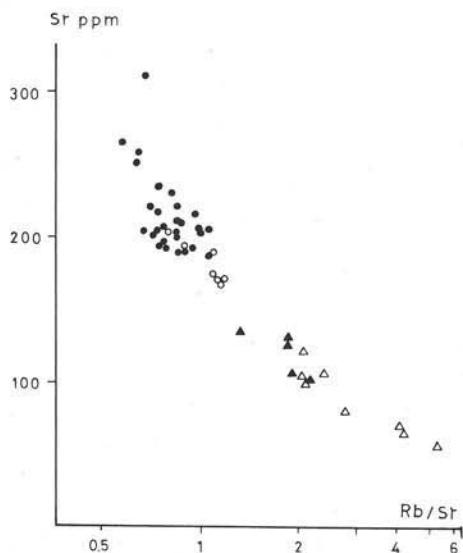


Fig. 8. — Variazione del contenuto in Sr al variare di Rb/Sr. I simboli sono come in Fig. 2.

Si è tentato, quindi, di stabilire quali siano le possibili condizioni di pressione d'acqua alle quali sono cristallizzati i due tipi di rocce così riconosciuti. Per fare un confronto più rigoroso, sono state considerate solo quelle rocce nelle quali $Q + Ab + Or \geq 80$ (HALL, 1972). I valori di Q, Or e Ab, ricalcolati a 100 (Tab. 3), sono stati proiettati su diagrammi Q-Or-Ab-H₂O nei quali compaiono anche alcune curve di eutettico ottenute sperimentalmente. Come si può vedere dalle figg. 10 e 11, i punti rappresentativi dei due gruppi di rocce (A e B) cadono nell'intorno del minimo ternario.

Considerando la curva di eutettico per un rapporto Ab/An = 3, circa uguale a quello esibito dalle rocce di gruppo B (2,2-2,8), per una pressione d'acqua di 3,5 kbar possiamo notare come tutti i punti del gruppo B cadono nel campo del plagioclasio. Questa situazione è in armonia con la sequenza di cristallizzazione osservata per le stesse rocce (graniti subsolvus).

Se prendiamo ora in considerazione le rocce del gruppo A, esse hanno un rapporto Ab/An compreso fra 6 e 13; per una P_{H₂O} di circa 3,5 kbar la corrispondente curva di eutettico deve trovarsi spostata verso il lato Ab-Or in misura maggiore del caso precedente, in una posizione che non dovrebbe discostarsi molto da quella disegnata in fig. 11. Ciò comporta che le rocce del gruppo A siano cristallizzate nel campo del quarzo e questo fatto si riscontra nella frequente presenza di cristalli idiomorfi di quarzo nelle medesime.

Tuttavia una P_{H₂O} di 3,5 kbar rappresenta il valore massimo al quale possono essere cristallizzate le rocce del gruppo A ed il valore minimo per quelle del gruppo B. Per quanto riguarda le rocce di questo secondo gruppo, la pressione d'acqua corrisponde anche alla P_{tot.} in quanto si tratta di rocce subsolvus. Per le rocce del gruppo A, che presentano invece carattere da hypersolvus, la P_{tot.} deve essere maggiore di P_{H₂O} e quindi la loro temperatura di fine cristallizzazione superiore a quella dei graniti subsolvus (ROBERTSON e WYLLIE, 1971 a; MARTIN e BONIN, 1976).

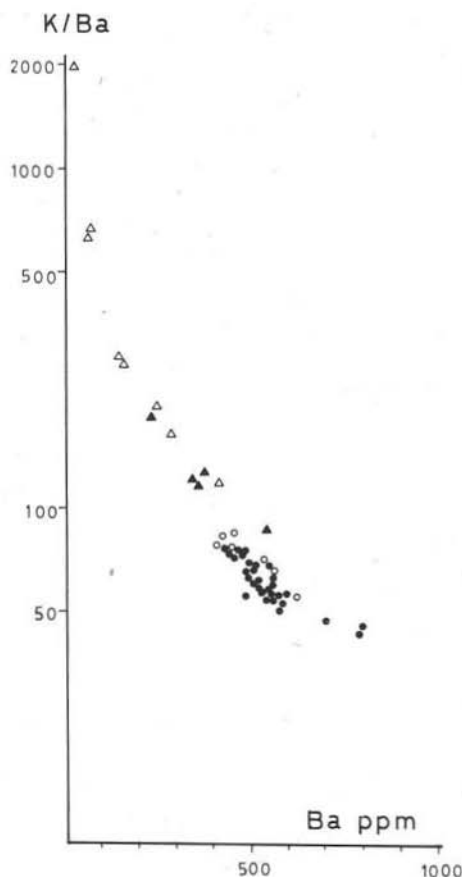


Fig. 9. — Variazione del contenuto in Ba al variare di K/Ba. I simboli sono come in Fig. 2.

Il valore del rapporto isotopico dello stronzio determinato su roccia totale, di un campione di roccia del gruppo A a fayalite e granato, è risultato 0,719 (DEL MORO, comunicazione personale, 1977). Ciò indica una chiara parentela con rocce crostali, a conferma di quanto dedotto prima su basi petrologiche.

Per quanto riguarda l'età di queste rocce, una misura Rb/Sr eseguita su biotite di un filone a fayalite e granato ha dato un valore indicativo di 255 ma (DEL MORO, comunicazione personale, 1977). Tale valore non si discosta molto da quello trovato per le rocce subsolvus, che è di 281 ± 6 ma (BORSI et al., 1972). Senza voler dare all'unico dato di 255 ma un valore definitivo, riteniamo tuttavia dimostrato anche per via radiometrica che le rocce del gruppo A sono più giovani di quelle subsolvus, come del resto si deduce dalla giacitura filoniana delle prime in seno alle seconde.

Il fatto che le rocce del gruppo A risultino più evolute delle altre, da tutti i punti di vista, non ci autorizza però a considerarle come differenziati tardivi dei fusi relativi al gruppo B; le loro peculiarità geochemiche sono troppo marcate ed impongono un contesto genetico particolare.

La conclusione petrogenetica alla quale giungiamo, e che proponiamo come ipotesi di lavoro per future ricerche, è che il massiccio di Bressanone, composizionalmente eterogeneo, sia un massiccio composito, formatosi sì in un contesto ambientale sostanzialmente unitario, ma a partire da una pluralità di materiali crostali geochemicamente diversi e, forse, nell'ambito di una gamma di condizioni « locali » di fusione crostale in gran parte, ma non esclusivamente, subcontemporanee. L'interpretazione petrogenetica deve tener conto del fatto che: *a*) la regione è stata interessata da metamorfismo regionale di bassa pressione (un valore intorno a 3,5 kbar è verosimile), capace di generare fusi crostali, *b*) l'allineamento dei plutoni ercinici M. Sabion - M. Croce - Ivigna - Bressanone - Eisenkappel dimostra chiaramente che, all'epoca della messa in posto di questi fusi, la regione si è trovata in situazione di distensione, delle quali l'associazione graniti hypersolvus - graniti subsolvus non-

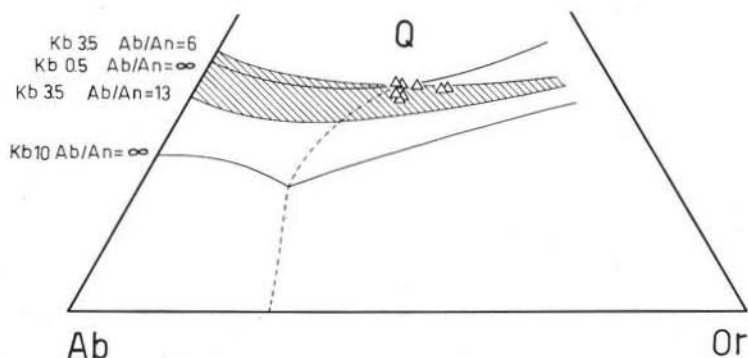


Fig. 10. — Le rocce proiettate in questo diagramma appartengono al gruppo A. I punti che le rappresentano cadono nell'intorno del minimo ternario e, possedendo quarzo idiomorfo, esse saranno comprese nel campo del quarzo. Tenendo conto del rapporto Ab/An di queste rocce è possibile ricavare che finirono di cristallizzare ad una $P_{H_2O} > 3,5$ Kb.

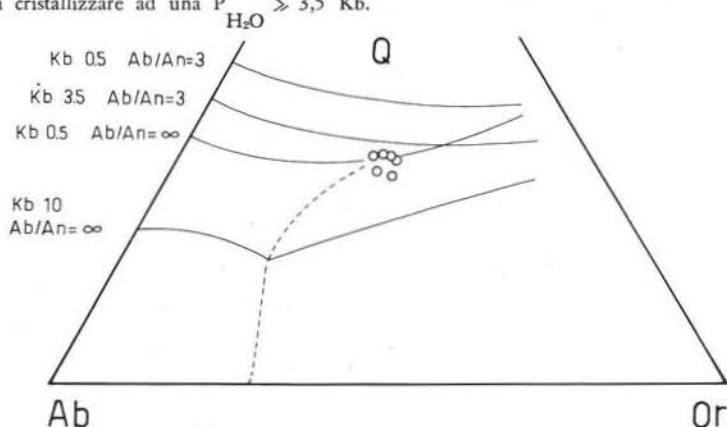


Fig. 11. — Rocce del gruppo B aventi $Ab+Or+Q \geq 80$. I punti rappresentativi cadono nell'intorno del minimo ternario. Essi appartengono al campo del plagioclasio in quanto queste rocce hanno cristallizzato quarzo e K-feldspato come ultime fasi. Il valore di Ab/An di queste indica che verosimilmente finirono di cristallizzare ad una $P_{H_2O} < 3,5$ Kb.

chè l'associazione gabbro-granito sembrano essere caratteristiche (BONIN e MARTIN, 1976).

Infine può essere utile confrontare i contenuti in Ca, Fe, Mg, Ti, K, Rb ed Sr delle rocce considerate in questo studio, con la distribuzione verticale degli stessi elementi nelle vicine vulcaniti della piattaforma atesina (zona Pontegardena - Castelrotto; CORADOSSI e ZANAZZI, 1968; MARTINI, 1972).

Trascurando i valori assoluti, che potrebbero risentire delle diverse metodologie usate, è interessante notare che uno stesso elemento è distribuito in modo discontinuo ed in concentrazioni paragonabili nelle vulcaniti e nelle rocce plutoniche. Sia nel caso delle intrusive che in quello delle effusive, le rocce con più alti tenori in K ed Rb e più bassi tenori in Sr, Ca, Fe, Mg e Ti sono le più recenti e quelle maggiormente differenziate (gruppo A, nelle intrusive).

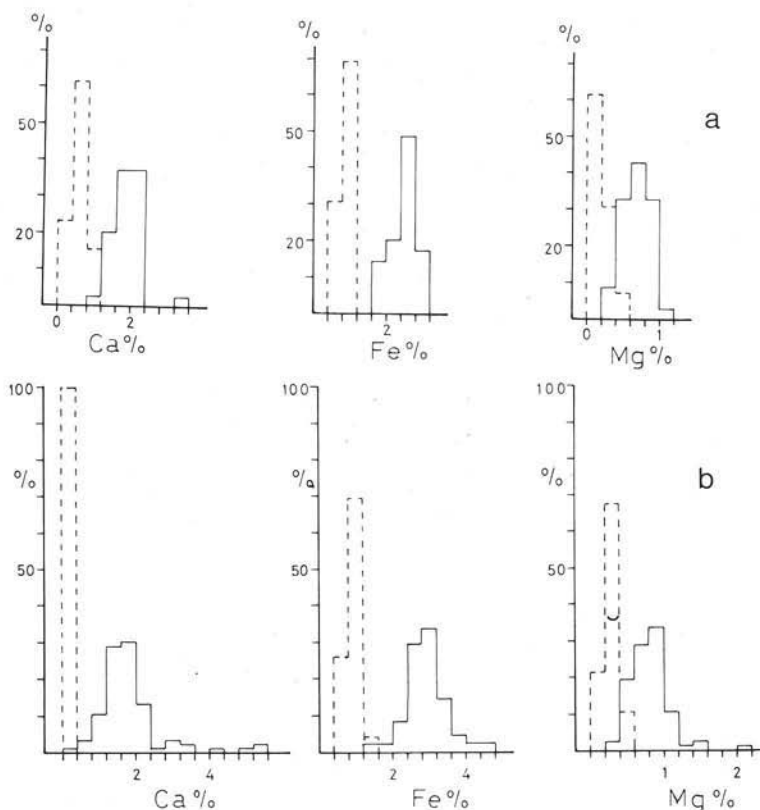


Fig. 12. — (Vedere alla pagina seguente).

Si prospetta, quindi, la possibilità dell'esistenza di un intimo legame fra le plutoniti del massiccio granitico di Bressanone e le vulcaniti della serie effusiva paleozoica del Trentino Alto Adige, similmente a quanto già D'AMICO (1964) aveva proposto, seppur su diverse basi, per le vulcaniti atesine e le rocce intrusive di Cima D'Asta.

Ringraziamenti. — Questo lavoro rientra nel programma del «Centro di Studio per i problemi dell'Orogeno nelle Alpi Orientali» del C.N.R. (Università di Padova).

Desidero ringraziare i prof. B. ZANETTIN e F.P. SASSI per la lettura critica del manoscritto, il prof. F.P. SASSI per il costante incoraggiamento e le proficue discussioni e i p.i. A. GIARRETTA e G. MEZZACASA per la collaborazione fornita durante le ricerche sperimentali.

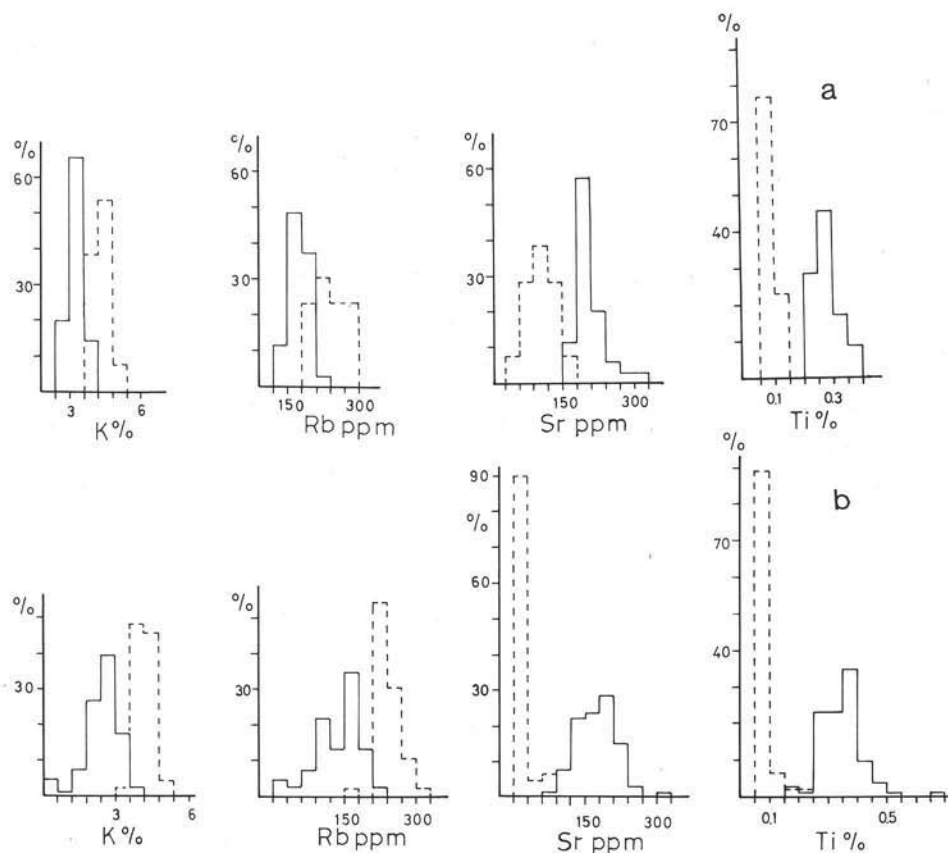


Fig. 12. — Gli istogrammi rappresentano: *a*) la distribuzione di K, Rb, Sr, Ca, Fe, Mg, Ti nelle rocce intrusive di Bressanone (a tratteggio le rocce del gruppo A e a tratto intero quelle del gruppo B); *b*) la distribuzione degli stessi elementi nelle volcaniti atesine — zona Pontegardena Castelrotto — (a tratteggio l'unità superiore delle «ignimbriti riolitiche», a tratto intero l'unità inferiore costituita da «ignimbriti quarzo latitiche», «lave trachiandesitiche» e tufi, MARTINI, 1972).

BIBLIOGRAFIA

- BAGGIO P., BOSELLINI A., BRAGA GP., CASTIGLIONI G.B., CORSI M., DAL CIN R., DE VECCHI GP., FRIZ C., GATTO G.O., GATTO P., GREGNANIN A., MEZZACASA G., SASSI F.P., ZIRPOLI G., ZULIAN T. (1969) - *Note ill. della Carta Geologica d'Italia*. F.o 1-4a Passo del Brennero-Bressanone, Ser. Geol. d'It., Napoli.
- BORSI S., DEL MORO A., FERRARA G. (1972) - *Età radiometriche delle rocce intrusive del massiccio di Bressanone-Ivigna-Monte Croce (Alto Adige)*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 91, pp. 387-406.
- CORADOSSI N., ZANAZZI P.E. (1968) - *Sr, Rb e Zr nelle ignimbriti del Trentino-Alto Adige: considerazioni geochimiche*. Ist. Min. Fac. Sci. Univ. Perugia, Assisi.
- D'AMICO C. (1964) - *Relazioni comagmatiche tra vulcanesimo atesino e plutonismo di Cima d'Asta. La provincia magmatica tardo-ercinica tridentina*. Miner. Petrogr. Acta, vol. 10, pp. 157-176.

- D'AMICO C. e MOTTANA A. (1976) - *Hercynian plutonism in the Alps - A report*. Mem. Soc. Geol. It. suppl. al vol. XIII-1974, 49-118.
- DUPUY C. (1970) - *Contribution à l'étude des fractionnement géochimiques des alcalins, des alcalins-terreux et du Gallium au cours des processus magmatiques. Application aux roches volcaniques plio-quadernaires de Toscane*. Thèse Fac. Sci. Montpellier.
- GREGNANIN A. e SASSI F.P. (1969) - *Magmatismo, feldspatizzazione e metamorfismo nel complesso gneissico-magmatitico di Parcines (Alto Adige)*. Mem. Mus. Trid. Sci. Nat., vol. 18, II, 57-129.
- HALL A. (1972) - *The relationship between Geothermal Gradient and the Composition of Granitic Magmas in Orogenic Belts*. Contr. Mineral. Petrol., vol. 32, 186-192.
- IUGS SUBCOMMISSION ON THE SYSTEMATICS OF IGNEOUS ROCKS (1973) - *Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. Recommendations*. N. Jb. Miner. Mh., vol. H. 4, 149-1964.
- LUTH W. C., JAHUS R. H., TUTTLE O. (1964) - *The granite system at pressures of 4 to 10 kbars*. Journ. Geoph. Research, vol. 15, 760-763.
- MARTINI M. (1972) - *Studio geochimico di vulcaniti paleozoiche dell'Alto Adige: ipotesi di processi ipogenetici come origine di variazioni chimiche*. Rend. Soc. It. Miner. Petrol., vol. 28, II, 447-474.
- MARTIN RF., BONIN B. (1976) - *Water and Magma genesis: the association hypersolvus granite-subsolvus granite*. Canad. Mineral., vol. 14, 228-237.
- MORGANTE S. (1974) - *Il massiccio granitico di Bressanone (Alto Adige)*. Mem. Mus. trid. Sci. Nat., vol. 20, III, 67-153.
- PLATEN H. V. (1965) - *Kristallisation granitischen Schmelzen*. Beiträge zur Mineralogie und Petrographie, vol. II, 334-381.
- ROBERTSON J. K., WYLLIE P. J. (1971) - *Rock-water systems, with special reference to the water-deficient region*. Am. J. Sci., vol. 271, 252-277.
- SCOLARI A., ZIRPOLI G. (1970) - *Fenomeni di metamorfismo nella fillade sudalpina indotti dal massiccio « granitico » di Bressanone (Alto Adige)*. Mem. Mus. Trid. Sci. Nat., vol. 18, II, 173-220.
- THORTON G. P., TUTTLE O. F. (1960) - *Chemistry of igneous rocks. I. Differentiation index*. Amer. Journ. Sci., vol. 258, 664-684.
- TUTTLE O. F., BOWEN N. L. (1958) - *Origin of granite in the light of experimental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-KAlSi}_3\text{O}_8\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$* . Geol. Soc. Am. Mem., vol. 74.