

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DEI PLUTONI SUDALPINI: LE MASSE INTRUSIVE DELLA VAL BIANDINO (COMO)

LUISA DE CAPITANI

Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università, via Botticelli 23, 20133 Milano

RIASSUNTO. — Il plutone della Val Biandino, costituito da una massa principale e da alcuni corpi secondari, viene attribuito ad età ercinica sulla base di osservazioni di campagna. 26 nuove analisi degli elementi maggiori e di Rb, Sr e Li evidenziano un carattere calcalkalino e descrivono un trend ben definito con una evidente lacuna tra 64% e 68% di SiO_2 . I diagrammi di variazione degli ossidi contro l'Indice di Larsen e, particolarmente, quelli K contro Rb e Rb contro Rb/Sr mostrano una distribuzione lineare. Ciò farebbe supporre una sorgente comune che diede origine ad intrusioni multiple di almeno un gruppo acido (graniti) ed uno basico (dioriti e quarzodioriti). Inoltre non vengono evidenziate notevoli differenze rispetto al magmatismo tardo-ercinico, ad eccezione dell'abbondanza di litotipi « basici ».

ABSTRACT. — The Val Biandino pluton (Orobic Alps, northern Italy) consists of a major composite body with satellite intrusions occurring mostly to the South. Field evidence suggests a Hercynian emplacement. 26 chemical analyses, for the major and for some trace elements, display a calc-alkaline trend with a gap between 64% and 68% SiO_2 . The plots of oxide vs Larsen Index and particularly the K vs Rb and Rb vs Rb/Sr diagrams give linear correlations suggesting a common parental magma. On the basis of the chemical data, however, two main families can be surmised: the first one with basic characters (diorite, qz-diorites), the second one with a more acidic character (granites). The field relationships of these two families are still rather obscure, but consistently hind for a model of multiple intrusions. A comparison with literature data on all the other late-Hercynian intrusions of the Alps indicates that the Val Biandino intrusion is generally more basic than the overall magmatism of that time.

Introduzione

La presente indagine si propone di ampliare la conoscenza, soprattutto chimica, delle rocce costituenti il plutone dioritico della Val

Biandino, studiato in varie riprese e da vari Autori, che ne hanno definito, però, solo le caratteristiche geologiche e petrografiche (PORRO, 1898; MERLA, 1933; DE SITTER, 1949; PASQUARÈ, 1967).

La massa intrusiva della Val Biandino affiora nel cristallino sudalpino delle Alpi Orobiche, precisamente nella culminazione della Valsassina e della Val Stabina. È costituita da un ammasso principale, che affiora nella parte mediana della valle omonima, dalla lente dello Zucco di Cornisella, situata a sud del corpo principale, da due ammassi lenticolari più ad est nel bacino della Val Stabina e da numerosi corpi filoniani che attraversano sia le masse intrusive sia gli scisti incassanti; infine da una massa posta più ad ovest, nei pressi di Cortabbio (fuori carta). Per quanto riguarda gli affioramenti del complesso, circa 5 km², si è fatto riferimento al rilievo eseguito da PASQUARÈ (1967), sulla base del quale è stata effettuata la campionatura (fig. 1).

Su questo argomento i vari Autori non si trovano in accordo. Secondo MERLA (1933) e CROMMELIN (1932), i limiti della massa intrusiva coincidono con quelli seguiti nel presente lavoro, secondo PORRO (1898) sono più ristretti, secondo DE SITTER (1949), invece, si estendono a comprendere anche le facies granitiche di Val Rossiga e della Valle di S. Biagio, site ad ovest della massa principale. Queste ultime secondo PORRO (1898) e MERLA (1933) non avrebbero nessuna relazione con la diorite in quanto contenenti ciottoli di arenarie rosse identiche a quelle della facies conglomeratica che ricopre la dio-

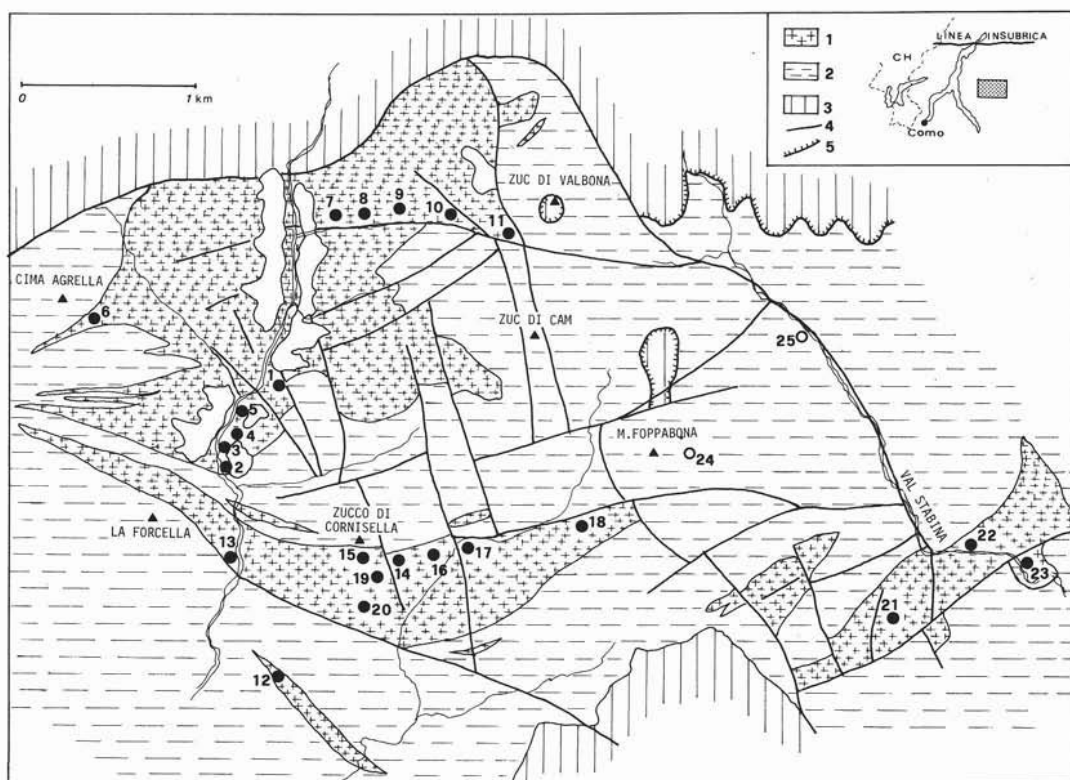


Fig. 1. — Schizzo geologico dell'area in esame (da PASQUARÈ, 1967, semplificato). ● = campioni prelevati entro le masse intrusive; ○ = campioni prelevati in piccole lenti o filoni esterni alle masse principali. 1 = Rocce intrusive; 2 = Scisti sud-alpini che presentano più o meno evidenti fenomeni di metamorfismo di contatto; 3 = Copertura vulcano-sedimentaria permiana; 4 = Faglie; 5 = Sovrascorrimenti.

rite stessa. Di conseguenza, le due facies granitiche dovrebbero essere almeno posteriori alla deposizione dei primi strati dei sedimenti permiani citati.

Circa l'età dell'intrusione, c'è accordo tra gli Autori (PORRO, 1898; MERLA, 1933; DE SITTER, 1949; SCHIAVINATO, 1972; D'AMICO, 1974) che attribuiscono tali rocce al Carbonifero superiore o al Permocarbo-nifero.

Questa età è desunta dall'osservazione dei rapporti reciproci osservabili sul terreno. Infatti, le masse più estese ed i filoni associati intersecano in vari sensi le rocce cristalline del basamento (gneiss e micascisti), ma non attraversano mai i porfidi quarziferi ed i conglomerati soprastanti, i quali a loro volta non mostrano alcuna traccia di metamorfismo di contatto. Viceversa, il basamento cristallino è interessato da un'ampia au-

reola metamorfica, la cui larghezza minima è di 200-300 m (MERLA, 1933).

Caratteri petrografici

Per primo SALOMON (1897) mise in luce nel plutone della Val Biandino una notevole variabilità litologica, comprendente principalmente: dioriti quarzifere, tonaliti, dioriti a orneblenda e noriti quarzifere. Un lavoro petrografico più dettagliato è quello di PORRO (1898), le cui osservazioni non si discostano molto dal lavoro precedente, tranne che per l'identificazione anche di « granititi chiare », costituite oltre che da plagioclasio anche da abbondante K-feldspato, da quarzo, da scarsa biotite più o meno alterata in clorite e da scarsa muscovite. In tale litotipo sono stati osservati anche individui di cordierite. La presenza di questo minerale venne giustificata-

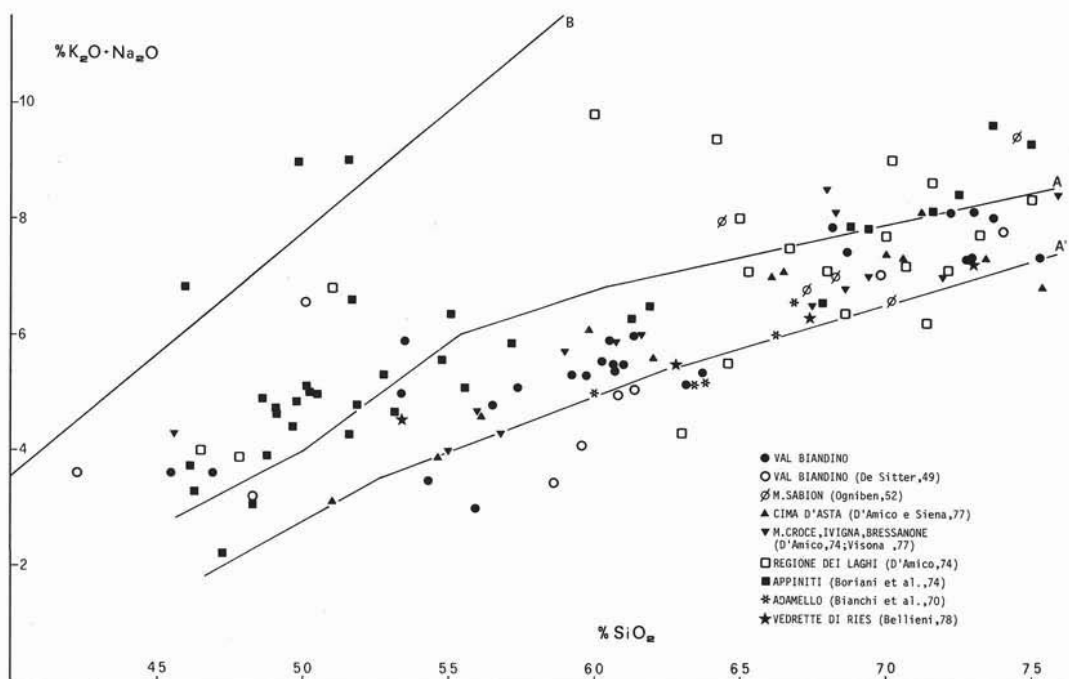


Fig. 2. — Diagramma SiO_2 -Alcali. A e A' = curve da KUNO (1969); B = curva da SAGGERSON & WILLIAMS (1964).

ta dalla giacitura della facies leucocrata ai bordi della massa principale, cioè al contatto con le rocce incassanti, nelle quali la cordierite è presente insieme a sillimanite ed andalusite.

Mediante analisi modale, recentemente, PASQUARÈ (1967) distinse nell'ammasso principale un tipo prevalente quarzo-dioritico con transizioni verso i margini fino a graniti e graniti aptitici. Nella grossa lente dello Zucco di Cornisella notò, invece, una facies più basica, costituita da tonaliti e gabbrodioriti; nell'ammasso lenticolare settentrionale della Val Stabina evidenziò tipi quarzo-dioritici minuti, mentre in quello più meridionale quarzodioriti, dioriti e gabbrodioriti.

I differenziati acidi sono stati notati un po' dovunque, principalmente nella parte orientale dell'ammasso principale e tra questo e la grossa lente a sud del medesimo; essi furono, dall'Autore citato, ascritti a tipi leucogranitici e granito aptitici.

Nel presente lavoro non viene ripresa in esame la classificazione sistematica delle varie facies petrografiche. Vengono riassunte nel seguente schema le varie associazioni mi-

nerologiche osservate nei campioni analizzati e classificati su basi chimico-normative.

Media Val Biandino

Graniti: Pl + Qz + K-feld ± Bi ± Cl ± Anf ± Cord.

Qz-dioriti: Pl + Qz + Bi + Anf + K-feld + Cl ± Pir ± Calc ± Ap + Zir ± Op.

Lente Zucco di Cornisella

Graniti: Pl + Qz + K-feld ± Bi ± Cl ± Cord ± Zir ± Ap.

Dioriti: Pl + Qz + Bi ± Cl + Anf + K-feld ± Zir ± Ap ± Op.

Tonaliti: Pl + Qz + Bi + Cl ± Anf + K-feld + Zir ± Calc ± Ap.

Lenti Val Stabina

Granodioriti: K-feld + Pl + Qz + Bi + Cl + Calc + Zir + Ep + Ap.

Dioriti: Pl + Qz + Bi + Anf + Cl + Zir + Ap ± K-feld.

Caratteristica costante per tutti i litotipi è la presenza, accanto a grossi individui di plagioclasio, con nuclei a volte completamen-

TABELLA 1
Risultati analitici e norma C.I.P.W.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	72.96	60.34	61.40	72.23	60.58	73.66	60.76	59.20	59.69	72.89	60.71	56.51	72.80
TiO ₂	0.18	0.81	0.75	0.23	0.86	0.15	0.86	0.85	0.83	0.21	0.80	0.82	0.19
Al ₂ O ₃	14.07	16.74	16.11	14.69	16.98	14.49	17.41	16.97	16.46	15.02	16.90	14.70	14.72
Fe ₂ O ₃	0.44	0.95	0.82	0.48	0.97	0.73	1.03	0.96	0.87	0.58	1.29	0.46	0.45
FeO	0.89	4.35	4.56	1.07	4.25	0.54	4.56	5.08	4.99	1.06	4.02	6.37	0.95
MnO	0.03	0.08	0.07	0.03	0.08	0.04	0.08	0.08	0.08	0.03	0.08	0.11	0.03
MgO	0.55	3.61	3.91	0.53	3.35	0.30	3.58	4.90	4.36	0.62	3.43	8.94	0.47
CaO	0.71	5.06	3.48	0.80	4.80	0.29	5.07	4.70	4.91	0.95	5.44	4.74	1.25
Na ₂ O	3.36	2.92	2.76	3.76	3.01	2.85	2.71	2.85	2.75	3.60	2.86	1.66	3.44
K ₂ O	4.72	2.61	3.18	4.34	2.91	5.13	2.69	2.48	2.52	3.68	2.59	2.17	3.87
P ₂ O ₅	0.02	0.07	0.06	0.02	0.10	0.06	0.08	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.04
I.L.	1.15	2.75	2.55	1.47	2.34	1.35	1.68	2.25	2.91	1.22	2.28	3.22	1.06
TOT.	99.08	100.30	99.65	99.65	100.23	99.59	100.51	100.39	100.43	99.91	100.47	99.76	99.27
Rb	198	105	146	198	124	248	123	123	107	164	92	85	197
Sr	190	276	275	192	335	77	269	302	283	152	283	222	220
Li	30	54	38	28	51	31	25	47	43	38	38	43	26
Q	32.59	14.59	17.05	30.73	14.32	36.45	15.87	12.73	13.90	34.50	15.44	10.60	34.20
C	2.19	0.07	1.94	2.40	0.39	3.86	1.01	1.21	0.42	3.50	0.00	1.14	2.69
OR	27.89	15.42	18.79	25.64	17.19	30.31	15.89	14.65	14.89	21.74	15.30	12.82	22.87
AB	28.43	24.70	23.35	31.81	25.47	24.11	22.93	24.11	23.26	30.46	24.20	14.04	29.10
AN	3.39	24.64	16.87	3.83	23.16	1.04	24.63	22.86	23.96	4.38	25.62	23.12	5.94
MT	0.63	1.37	1.18	0.69	1.40	1.05	1.49	1.39	1.26	0.84	1.87	0.66	0.65
IL	0.34	1.53	1.42	0.43	1.63	0.28	1.63	1.61	1.57	0.39	1.51	1.55	0.36
AP	0.04	0.16	0.14	0.04	0.23	0.14	0.18	0.16	0.14	0.11	0.16	0.14	0.09
Q	59.50	44.36	46.95	58.35	44.41	61.76	45.43	43.08	43.75	61.12	44.59	40.29	60.76
L	39.40	40.99	38.78	40.47	41.73	37.17	40.31	39.40	39.53	37.96	40.92	32.12	38.51
M	1.10	14.65	14.27	1.18	13.86	1.07	14.26	17.52	16.72	0.92	14.49	27.59	0.73
Or	45.37	23.24	31.05	40.54	25.48	53.20	24.49	23.20	23.41	37.17	22.96	25.19	38.28
Ab	49.10	39.53	40.99	53.36	40.07	44.90	37.47	40.53	38.84	55.27	38.56	29.28	51.72
An	5.53	37.23	27.96	6.10	34.45	1.90	38.04	36.27	37.75	7.56	38.48	45.53	10.00
A	81.12	38.30	39.00	79.57	40.86	83.56	37.06	32.76	34.02	76.31	38.41	23.45	79.63
F	13.35	36.70	35.33	15.22	36.02	13.30	38.37	37.12	37.83	17.19	37.42	33.15	15.25
M	5.52	25.00	25.67	5.21	23.12	3.14	24.57	30.12	28.15	6.50	24.17	43.40	5.12

te saussuritizzati, di una seconda generazione di plagioclasti del tutto sani e di dimensioni modeste.

Caratteri petrochimici

Sono state effettuate le analisi chimiche degli elementi maggiori, nonché di Rb, Sr e Li su 26 campioni (1).

I risultati delle analisi e la norma C.I.P.W. sono riportati in Tabella 1 a) e b).

La classificazione è stata operata su base chimica e per mezzo del calcolo normativo, seguendo per grandi linee il metodo proposto da STRECKEISEN (1976). Le rocce in esame sono state così suddivise in un gruppo acido

che comprende essenzialmente *graniti* ed in via subordinata, *granodioriti* ed, in un gruppo intermedio o basico che comprende prin-

(1) I campioni raccolti dalla scrivente sono stati prelevati sulla base del rilevamento effettuato da PASQUARE (1967); altri sono stati forniti dallo stesso Autore.

Le determinazioni di SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, Fe₂O₃, MgO, CaO, MnO e P₂O₅ sono state effettuate mediante fluorescenza ai raggi X col metodo della diluizione e con assorbente pesante; K₂O e Na₂O sono stati determinati mediante spettrofotometria in emissione di fiamma; FeO mediante titolazione potenziometrica con K₂Cr₂O₇; Rb, Sr e Li mediante spettrofotometria in assorbimento atomico; la perdita al fuoco in muffola a 1000° C.

TABELLA 1
Risultati analitici e norma C.I.P.W.

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
SiO ₂	45.51	54.33	75.29	55.91	63.74	46.89	63.20	68.22	61.02	68.69	53.39	53.50	57.41
TiO ₂	3.27	1.16	0.13	0.94	0.60	2.86	0.64	0.44	0.85	0.43	0.94	0.79	0.86
Al ₂ O ₃	23.34	20.69	14.25	18.73	17.03	16.40	17.50	15.18	16.69	14.95	16.80	16.95	18.01
Fe ₂ O ₃	0.59	0.60	0.40	0.44	0.94	0.96	1.19	0.88	1.27	0.93	1.16	1.42	1.33
FeO	6.00	4.61	0.66	6.70	3.47	8.99	3.22	1.87	3.99	1.96	6.87	6.20	5.03
MnO	0.07	0.08	0.03	0.11	0.08	0.12	0.06	0.04	0.05	0.03	0.12	0.10	0.11
MgO	4.37	3.98	0.40	5.46	2.75	7.07	2.22	1.64	3.13	1.40	6.68	6.68	3.87
CaO	11.03	8.44	0.55	7.60	3.95	9.48	4.10	1.66	3.73	1.94	6.50	4.74	5.19
Na ₂ O	2.16	2.20	3.32	1.49	3.48	1.50	3.55	2.98	3.54	3.13	2.10	3.20	3.28
K ₂ O	1.41	1.30	4.00	1.53	1.87	2.08	1.10	4.88	1.93	4.31	2.87	2.71	1.82
P ₂ O ₅	0.02	0.02	tr	0.08	0.06	0.10	0.09	0.08	0.14	0.04	0.07	0.05	0.15
I.L.	2.88	2.64	1.34	1.73	2.32	3.27	2.92	2.01	3.72	1.96	3.18	3.01	3.01
TOT.	100.65	100.05	100.37	100.72	100.29	99.72	99.79	99.88	100.06	99.77	100.68	99.35	100.07
Rb	53	49	201	57	80	nd	38	210	90	196	116	129	68
Sr	375	362	110	352	455	nd	398	182	216	116	300	325	354
Li	25	25	21	26	47	26	41	28	25	25	84	46	40
Q	0.00	9.77	38.56	12.36	21.78	0.00	24.68	25.49	18.51	26.86	2.63	0.40	11.74
C	0.00	0.36	3.45	0.99	2.24	0.00	3.23	2.16	2.33	1.70	0.00	0.25	1.56
OR	8.33	7.68	23.63	9.04	11.05	12.29	6.50	28.83	11.40	25.47	16.96	16.01	10.75
AB	18.27	18.61	28.09	12.60	29.44	12.69	30.03	25.21	29.95	26.48	17.76	27.07	27.75
AN	49.82	41.74	2.72	37.18	19.20	31.87	19.75	7.71	17.59	9.36	27.93	23.18	24.76
MT	0.85	0.86	0.57	0.63	1.36	1.39	1.72	1.27	1.84	1.34	1.68	2.05	1.92
IL	6.21	2.20	0.24	1.78	1.13	5.43	1.21	0.83	1.61	0.81	1.78	1.50	1.63
AP	0.04	0.04	0.00	0.18	0.14	0.23	0.21	0.18	0.33	0.09	0.16	0.11	0.35
Q	31.34	41.62	63.27	42.54	50.64	29.45	53.30	53.87	48.05	54.45	35.06	34.18	42.82
L	47.73	43.02	36.19	37.11	39.28	36.26	38.34	40.56	39.55	40.08	39.24	42.07	41.33
M	20.93	15.36	0.54	20.35	10.08	34.29	8.36	5.57	12.40	5.47	25.70	23.75	15.85
Or	10.73	11.11	42.06	15.14	17.95	21.32	11.17	45.52	18.73	40.44	26.59	23.56	16.51
Ab	25.00	28.53	53.09	22.43	50.78	23.36	54.79	42.23	52.23	44.64	29.57	42.28	45.27
An	64.27	60.36	4.85	62.43	31.27	55.32	34.04	12.25	29.04	14.92	43.84	34.16	38.22
A	24.57	27.58	83.37	19.33	42.77	17.38	41.22	64.16	39.47	63.43	25.25	29.24	33.27
F	45.35	41.06	12.07	45.71	35.25	48.30	39.10	22.45	37.95	24.64	40.80	37.70	41.49
M	30.08	31.36	4.56	34.96	21.98	34.32	19.68	13.39	22.58	11.94	33.94	33.05	25.24

principalmente *quarzodioriti*, *dioriti* e scarse *tonaliti*, confermando così la classificazione operata dagli Autori precedenti su base modale (PORRO, 1898; PASQUARÈ, 1967).

Nella classificazione proposta da DE SITTER (1949), invece, rientrano alcuni litotipi che per evidenze geologiche non sono attribuibili alla massa della Val Biandino propriamente detta, ma appartengono ai tipi granitici e granodioritici di sicura età posteriore già menzionati (PORRO, 1898; MERLA, 1933).

Due litotipi, rinvenuti nella lente a sud della massa principale, sono stati considerati « cumuliti » a causa della posizione anomala

che assumono nei diagrammi, evidenziata dall'elevato contenuto in determinati ossidi (TiO₂ > 2,5 %, CaO > 9,5 %).

Dai diagrammi alcali/SiO₂ (fig. 2) e dal triangolo AFM (fig. 3) si può notare il carattere calcocalino della serie. Il diagramma alcali/SiO₂ mostra che tutti i litotipi analizzati sono distribuiti secondo un trend abbastanza lineare, che presenta però una discontinuità in corrispondenza dei valori di SiO₂ tra 64 % e 68 %. Sono stati riportati per confronto dati di altri plutoni ercinici e terziari, nonché quelli relativi ad appiniti (BORIANI et al., 1974). È possibile notare come queste ultime si pongano principalmente nel

campo alcalino e quindi non presentino stretta affinità con le rocce della Val Biandino, diversamente da quanto supposto da D'AMICO (1974). Peraltro le rocce più basiche occupano un'area scarsamente rappresentata nei plutoni ercinici, i quali mostrano un chimismo prevalentemente più acido (graniti e granodioriti), eccettuati i complessi di M. Croce, Ivigna e Bressanone.

I diagrammi ossidi/indice di Larsen (fig. 4 a) mettono in evidenza trends ben definiti con andamento rettilineo per la maggioranza dei componenti, debolmente disperso per Al_2O_3 e per gli alcali. Riguardo agli alcali (fig. 4 b), la dispersione evidenziata nei diagrammi potrebbe essere stata causata da fenomeni di autometasomatosi tarso-magmatica, come attestato dagli avanzati effetti di alterazione dei plagioclasti e da processi di albitizzazione e cloritizzazione presenti in

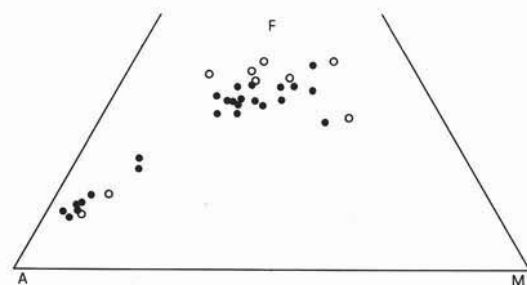


Fig. 3. — Diagramma A ($Na_2O + K_2O$) - F ($FeO + Fe_2O_3$) - M (MgO). I punti giacciono su un allineamento regolare, corrispondente ad un trend di tipo calcalino. ● = rocce analizzate nel presente lavoro; ○ = da DE SITTER (1949).

quasi tutti i litotipi esaminati. Questo fenomeno è stato messo in evidenza anche nel complesso di Cima d'Asta (D'AMICO e SIENA, 1977) ed in particolare nello stock di Roncigno in Valsugana (D'AMICO e MONESE, 1976). ZEZZA (1977), nei graniti del Biellese, rileva un maggior contenuto di K_2O in alcune parti del plutone; secondo l'Autore questo incremento di concentrazione viene spiegato come un fenomeno di differenziazione locale piuttosto che di metasomatosi, in quanto il diagramma K_2O /indice di Larsen pone in risalto una relazione lineare e continua per i diversi campioni.

Il diagramma alcali totali/indice di Larsen,

TABELLA 2.
Concentrazioni di alcuni elementi e rapporti caratteristici in plutoni ercinici

	VAL BIANDINO		CIMA D'ASTA*		BRESSANONE**	
	graniti granodior.	qz-dior. dioriti	graniti granodior.	qz-dior.	graniti	granodior.
K_2O (%)	4,37	2,27	3,91	3,01	5,18	4,00
Rb (ppm)	201	96	181	138	235	175
K/Rb	180	196	179	181	183	190
CaO (%)	1,02	5,15	3,19	5,45	0,79	2,60
Sr (ppm)	155	312	166	218	100	208
Ca/Sr	47	118	137	179	56	89

molto meno disperso dei precedenti, consente di individuare una certa eterogeneità all'interno del plutone e, precisamente, le rocce appartenenti alla massa principale della media Val Biandino si allineano lungo una direzione che è parallela a quella costituita dai litotipi affioranti nella lente più a sud (figura 4 b).

Questa differenza è peraltro messa in luce anche dal diagramma K_2O/SiO_2 (fig. 5). Anche in questo ultimo si può osservare che la maggior parte delle rocce della Val Biandino si situa nell'area compresa tra 56-63 % di SiO_2 , mentre un altro gruppo ha carattere granitico. Nell'ambito del gruppo più basico, si nota che le rocce appartenenti all'ammasso principale cadono tutte nella zona 3, cioè quella tipica delle serie calcaline ad alto contenuto di K; mentre le rocce delle lenti secondarie, soprattutto quelle della lente dello Zucco di Cornisella e quelle analizzate da DE SITTER, pur con simili contenuti di SiO_2 , sono meno ricche in K. Si sono voluti riportare nel grafico anche i punti rappresentativi delle rocce di alcuni plutoni terziari; si può notare come solamente quelli relativi alle medie dei litotipi dell'Adamello rientrino totalmente nell'area tipica delle serie calcaline.

Per quanto riguarda il contenuto in elementi in traccia, è possibile fare un confronto solamente con Cima d'Asta e Bressanone, unici plutoni nei quali sono stati dosati alcuni elementi minori.

La Tabella 2 mostra una discreta analogia circa il contenuto degli elementi in traccia e dei maggiori ad essi geochimicamente associati.

Le rocce della Val Biandino sono state distinte nei due gruppi principali già menzio-

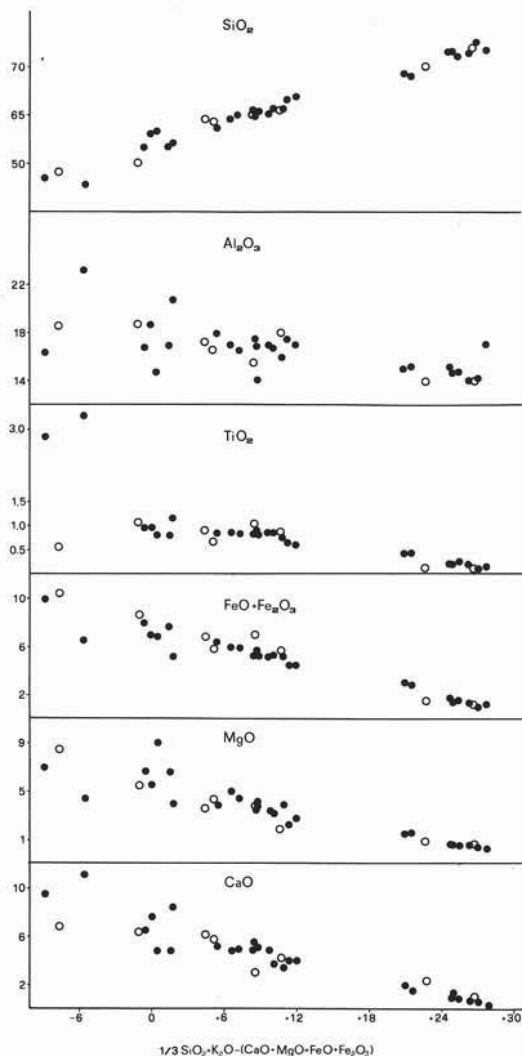


Fig. 4 a).

nati, graniti s.l. e quarzodioriti s.l.; occorre tenere presente che il secondo gruppo, quello relativo ai termini più basici, comprende litotipi abbastanza vari e presumibilmente più basici di quelli presenti nei due plutoni di confronto.

Il diagramma K/Rb (fig. 6) mostra una correlazione lineare positiva che potrebbe suggerire la derivazione da un unico magma. Il valore del rapporto tra K e Rb per i due gruppi della Val Biandino è del tutto in linea con i valori caratteristici delle rocce plutoniche, proposti da ERLANK (1968), cioè

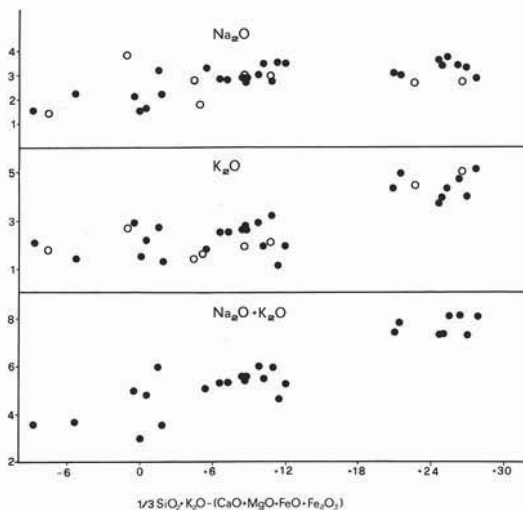


Fig. 4 b).

Fig. 4 a), b). — Diagrammi di variazione degli ossidi contro l'Indice di Larsen. Simboli come in Fig. 3.

tra 50 e 350. Sebbene le rocce basiche in genere mostrino rapporti un poco più alti delle varietà acide, il valore del rapporto rimane relativamente costante durante gli stadi principali della differenziazione. Ciò si verifica sia per le rocce esaminate, sia per quelle degli altri plutoni ercinici di confronto.

Il diagramma Rb contro Rb/Sr (fig. 7), dove il rapporto può essere considerato come indice di evoluzione, mostra una correlazione positiva con andamento abbastanza lineare; appaiono più dispersi i termini acidi rispetto a quelli più basici.

Nel diagramma Sr contro Rb/Sr (fig. 7), lo Sr mostra una relazione inversa rispetto al rapporto Rb/Sr, tuttavia viene mantenuta la buona linearità vista precedentemente, con minori oscillazioni per i termini acidi. Una maggiore dispersione dei termini acidi rispetto a quelli più basici, viene messa in evidenza nel massiccio di Bressanone da VISONÀ (1977).

La concentrazione di Sr nelle rocce esaminate (255 ppm) è in buon accordo con i tipici valori delle rocce intermedie (250 ppm), mentre quella dei termini più acidi (155 ppm) è leggermente più alta della media. Tuttavia dal confronto con i valori ottenuti per Cima

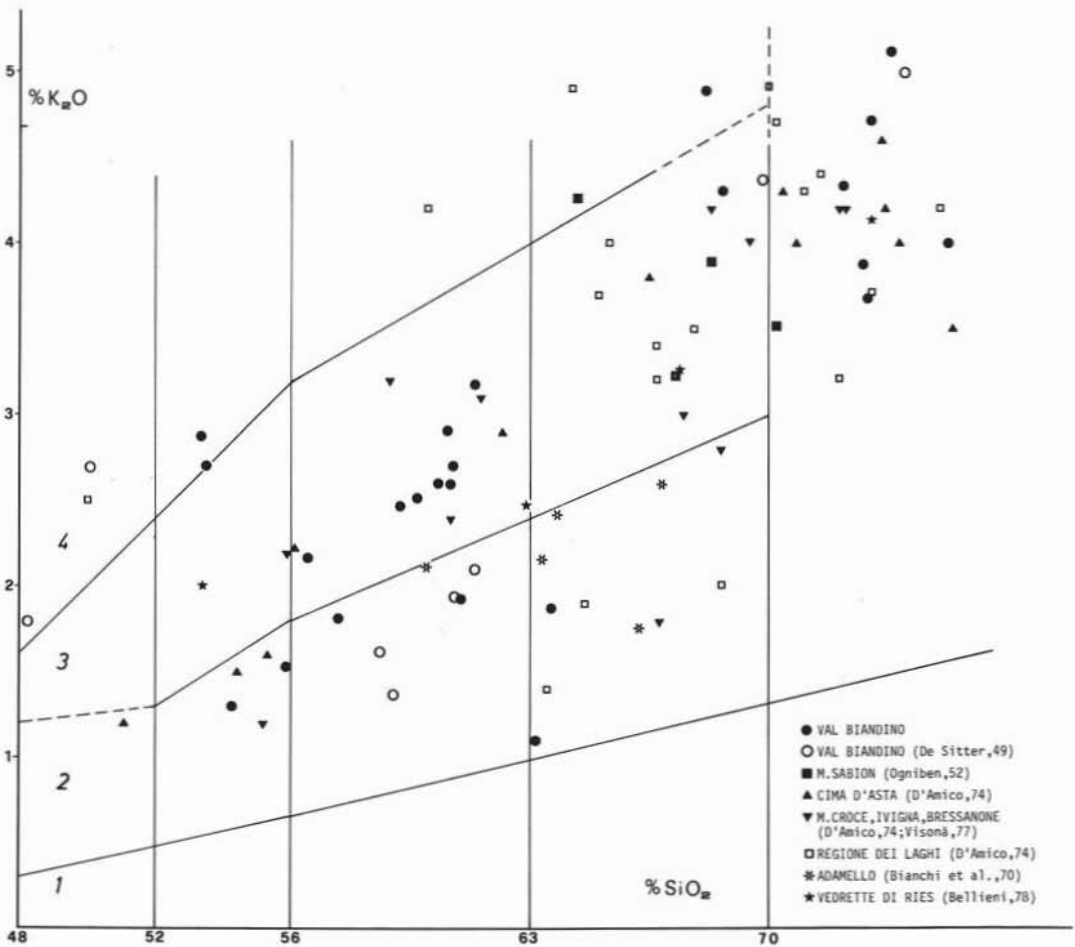


Fig. 5. — Diagramma $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$. 1 = serie a basso contenuto di K; 2 = serie calcocalcine; 3 = serie calcocalcine ad alto contenuto di K; 4 = serie shoshonitiche.

d'Asta da HÖRMANN e MORTEANI (1976) e riportati in Tabella 2, si può notare un buon accordo per le medie relative a graniti e granodioriti, rispettivamente 166 ppm per Cima d'Asta e 155 ppm per Val Biandino, mentre differiscono maggiormente le medie relative ai termini più basici, per i quali si nota un maggior contenuto in Sr nelle rocce qui esaminate. Tale valore più elevato non ha corrispondenza nella maggiore concentrazione di CaO, in quanto i valori medi relativi ai due plutoni sono pressochè identici, e ciò viene ribadito anche dalla notevole diversità dei valori del rapporto Ca/Sr.

Per quanto riguarda le concentrazioni di Li, si può notare una certa uniformità nei

vari litotipi; alcuni valori sono più elevati della media (35 ppm) ma rientrano nei limiti di variazione (HEIR e ADAMS, 1964). Infatti solo valori superiori alle 100 ppm nei graniti dimostrerebbero una notevole differenziazione (TAYLOR, 1965). Leggermente superiori sono i valori di Li per le rocce di Cima d'Asta. Tale variabilità di valori entro litotipi poco diversificati è riportata da DELEON e AHRENS (1956) per i graniti della Jugoslavia.

Conclusioni

I dati petrochimici concordano nell'individuare, nell'area esaminata, essenzialmente

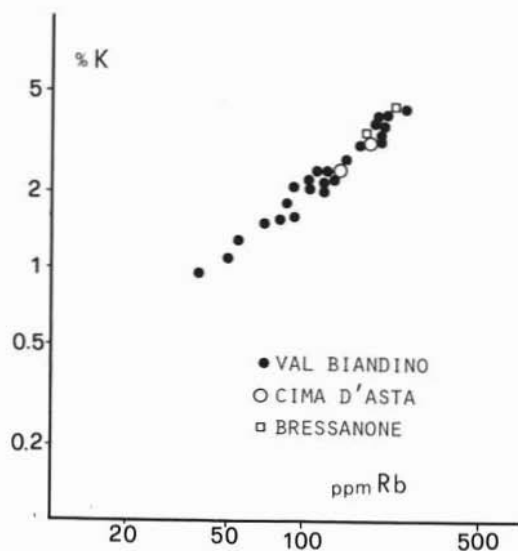


Fig. 6. — Diagramma K-Rb.

due gruppi di rocce, l'uno a carattere più acido costituito principalmente da *graniti* e l'altro più basico costituito da *quarzodioriti* e *dioriti*, appartenenti ad un unico trend evolutivo con carattere tipicamente orogenico, in parte leggermente potassico. Sotto questo profilo pare ragionevole ipotizzare una sorgente comune che ha dato origine ad intrusioni multiple, costituite da almeno un gruppo acido ed uno basico. Tale ipotesi sarebbe suffragata dalla presenza, entro la massa principale, di filoni indifferenziati coevi e dicchi differenziati (PASQUARÈ, 1967). Un meccanismo analogo è già stato proposto per la massa alpina dell'Adamello (M. Re di Castello), dove intrusioni multiple sono messe in evidenza da piccole intrusioni magmatiche costituite da materiali più o meno differenziati entro la massa principale (CALLEGARI e DAL PIAZ, 1973), oltre che per le già citate intrusioni di Cima d'Asta (D'AMICO e SIENA, 1977; D'AMICO e MONESE, 1976).

Una messa in posto distinta potrebbe giustificare la presenza di due trends, uno a potassio più elevato nella massa principale, l'altro a potassio più basso nella lente dello Zucco di Cornisella.

L'età dell'evento eruttivo è senz'altro da considerarsi tardo-ercinica, ma attualmente non vi sono dati per distinguere eventualmente episodi differenti di messa in posto,

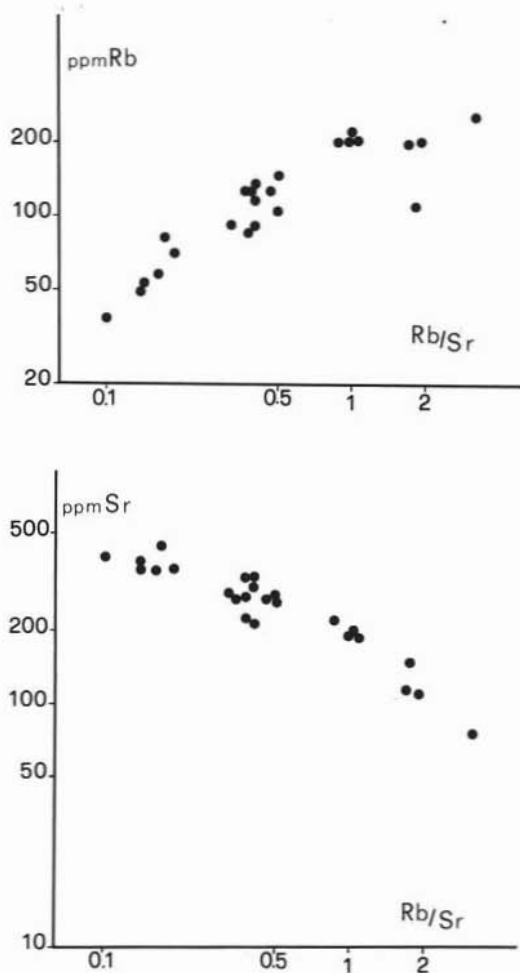


Fig. 7. — Diagrammi di variazione dei contenuti di Rb e Sr al variare del rapporto Rb/Sr.

per esempio quello relativo alle rocce basiche e quello relativo alle rocce acide.

Determinazioni di elementi in traccia in corso di esecuzione, potranno chiarire in modo migliore il quadro di questo interessante problema magmatico.

Ringraziamenti. — Ringrazio il prof. A. GREGNANIN per i suggerimenti e la lettura critica del manoscritto ed il prof. G. PASQUARÈ per avermi fornito parte dei campioni.

Questo lavoro è stato eseguito nell'ambito dei programmi del « Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali » del C.N.R.

BIBLIOGRAFIA

- BELLIENI G. (1978) - *Caratteri geochimici del Massiccio granodioritico-tonalitico delle Vedrette di Ries (Rieserferner)-Alto Adige orientale*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 34, 527-548.
- BIANCHI A., CALLEGARI E., JOBSTRAIBER P. G. (1970) - *I tipi petrografici fondamentali del Plutone dell'Adamello*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, XXVII.
- BORIANI A., COLOMBO A., ORIGONI GIOBBI E., PEYRONEL PAGLIANI G. (1975) - *The « Appinite Suite » of Massiccio dei Laghi (Northern Italy) and its relationship to the regional metamorphism*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 30, 893-917.
- CALLEGARI E., DAL PIAZ G. B. (1973) - *Field relationships between the main igneous masses of the Adamello Intrusive massif (Northern Italy)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, XXIX.
- CROMMELIN R. D. (1932) - *La géologie de la Valsassina et de la région adjacente au Nord*. Contr. à la Géol. des Alpes Bergam., 8, 400-459.
- D'AMICO C. (1974) - *Hercynian plutonism in the Alps - A report 1973-74*. Mem. Soc. Geol. It., 13, 49-118.
- D'AMICO C., MONESA A. (1976) - *Petrochimica dello stock granodioritico-granitico di Roncegno Val-sugana (Trentino)*. Miner. Petr. Acta, 21, 109-117.
- D'AMICO C., SIENA F. (1977) - *Conoscenze petrochimiche e geochimiche del Complesso Plutonico di Cima d'Asta*. Boll. Soc. Geol. Padova, 32.
- DELEON G., AHRENS L. H. (1956) - *The distribution of Li, Rb, Cs and Pb in some Yugoslav granites*. Geoch. Cosm. Acta, 10, 94-96.
- DE SITTER L. U., DE SITTER KOOMANS L. M. (1949) - *The geology of the Bergamasc Alps. Lombardia, Italy*. Leids. Geol. Med., 14, B, 1-257.
- ERLANK A. J. (1968) - *The terrestrial abundance relationship between potassium and rubidium, in AHRENS: Origin and distribution of the elements*, Pergamon Press.
- HEIR K. S., ADAMS J. A. (1964) - *The geochemistry of the alkali metals*, in Physics and Chem. of the Earth, 5, Pergamon Press.
- HOERMANN P. K., MORTEANI G. (1976) - *The distribution of elements in the Cima d'Asta pluton (Trentino, Northern Italy)*. N. Jb. Geol. Palaont. Abh., 151, 253-275.
- KUNO H. (1969) - *Differentiation of basalt magmas*, in Basalts 2. Wiley and Sons, New York.
- MERLA G. (1933) - *Geologia della Valsassina da Introbio a Bellano*. Mem. Geol. e Geogr. di G. Dainelli, 4, 1-44.
- OGNIBEN G. (1952) - *Studio chimico-petrografico sul M. Sabion (Adamello orient.)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, XVII.
- PASQUARÈ G. (1967) - *Analisi geologico-strutturale del complesso intrusivo di Val Biandino (Alpi Orobie Occidentali)*. Mem. Soc. Geol. It., 6, 343-357.
- PORRO C. (1898) - *Rocce granitoidi della Valsassina*. Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett., ser. 2, 31, 1053-1064.
- SAGGERSON E. P., WILLIAMS L. A. J. (1964) - *Ngurumanite from southern Kenya and its bearing on the origin of rocks in the northern Tanganyika alkaline district*. J. Petr., 3, 40-81.
- SALOMON W. (1897) - *Ueber Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen granit-körnigen Massen*. Tsch. Min. Petr. Mitt., 17.
- SCHIAVINATO G. (1972) - *Plutonismo e vulcanismo sul versante italiano delle Alpi centrali ed orientali*. Acc. Naz. Linc., ser. 8, 52, 523-538.
- STRECKEISEN A. (1976) - *Classification of the common igneous rocks by means of their chemical composition. A provisional attempt*. N. Jh. Min. Mon., 1, 1-15.
- TAYLOR S. R. (1965) - *The application of trace element data to problems in petrology*, in Phys. Chem. of the Earth, 6, 133-214.
- VISONÀ D. (1977) - *Contributo alla conoscenza del massiccio di Bressanone (Alpi orientali)*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 33, 647-665.
- ZEZZA U. (1977) - *Studio petrografico del massiccio granitico del Biellese*. Atti Soc. It. Sc. Nat. Mus. Civ. St. Nat. Milano, 118, 65-102.