

REVISIONE DEL SIGNIFICATO STRUTTURALE E GEOCRONOLOGICO DELLE MASSE INTRUSIVE MINORI DELL'ALTA VALTELLINA: RISULTATI PRELIMINARI

ALDO DEL MORO

Istituto di Geocronologia e Geochimica del C.N.R., Vai Cardinal Maffi 36, 56100 Pisa

ADALBERTO NOTARPIETRO, ROBERTO POTENZA

Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali del C.N.R.,
Via Botticelli 23, 20133 Milano

RIASSUNTO. — Nel settore valtellinese compreso tra Tirano e Bormio affiorano numerosi corpi intrusivi, appartenenti ad unità strutturali diverse. Oltre alle masse basiche, più note e meglio conosciute in letteratura, sono presenti plutoniti acide meno estese, ma più diffuse. Vengono qui esposti i primi risultati relativi allo studio comparato di questi intrusivi, tutti di pertinenza del dominio austridico. Queste rocce, che mediamente si possono considerare delle granodioriti, presentano un chimismo generalmente omogeneo con tendenza calcalina. Le prime indagini radiometriche condotte su alcune di queste masse (metodo Rb-Sr) forniscono dati fluttuanti per le biotiti da 224 ± 4 m.a. a 79 ± 2 m.a., mentre per le muscoviti si ottengono età comprese tra i 282 ± 4 e i 259 ± 4 m.a. Queste magmatiti, su cui si riconosce una sovrimpronta metamorfica alpina di basso grado, sarebbero quindi da attribuire sicuramente ad un evento prealpino, verosimilmente ercinico.

ABSTRACT. — Preliminary results of comparative study of sialic bodies outcropping in the upper Valtellina between Tirano and Bormio and pertaining to the austridic domain are here given. Diorites, granodiorites and granites are many represented in the intrusive bodies; chemically they show, generally, omogeneous character and calcaline affinity. Traces of a late low-grade metamorphic event of probable alpine age are fairly developed in most of the magmatic bodies. The radiometric age determinations (Rb-Sr method) give erratic values, ranging between 224 ± 4 and 79 ± 2 m.y. in the biotities; in the muscovites the ages range between 282 ± 4 and 259 ± 4 m.y. The initial isotopic ratio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) show also a variety of values which apparently lead to different sources magmas. The previous attribution of these rocks to the alpine magmatic cycle is apparently to discarded in favour of the hypothesis of an older, at least hercynian, age.

Introduzione

Le masse intrusive dell'alta Valtellina sono raramente citate nella letteratura geologica meno recente, se si fa eccezione per quelle, più estese, di Sondalo e del Bernina, e sono considerate per la prima volta in modo sistematico nei Fogli 8 (Bormio) e 19 (Tirano) della Carta Geologica d'Italia (1971).

Negli ultimi anni, presso il Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali del C.N.R., sono stati riesaminati gli aspetti geopetrografici e strutturali di quest'area e, alla luce dei nuovi elementi emersi, è venuta evidenziandosi l'importanza e la potenziale utilità di una definizione più precisa ed aggiornata delle numerose masse intrusive di piccola estensione e del loro significato.

Una particolare attenzione è richiamata dal fatto che numerosi elementi oggi disponibili contrastano con alcuni assunti dei Fogli 8 e 19, in particolare per quanto riguarda i legami fra masse diverse e la loro indiscriminata attribuzione al « ciclo magmatico alpino ».

Uno studio generale delle masse intrusive minori è stato quindi impostato basandosi su analisi chimiche sistematiche di campioni raccolti durante nuovi rilevamenti estensivi, come pure su analisi radiometriche.

Si è tenuto conto, in questo lavoro, della profonda revisione, attualmente in corso, del

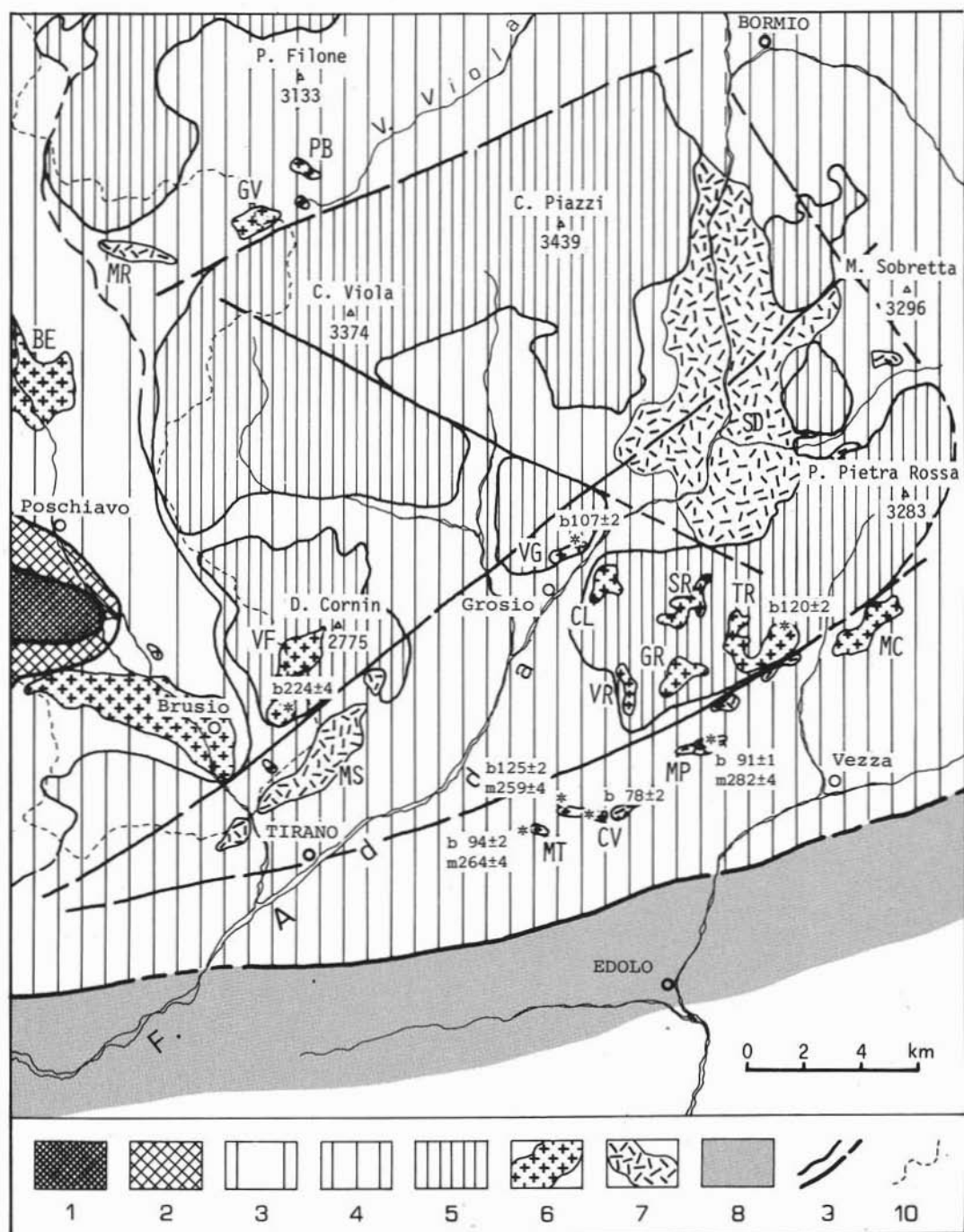


Fig. 1. — Distribuzione delle principali masse intrusive nell'alta Valtellina con inquadramento geo-strutturale semplificato: 1) « Falda » Margna (Pennidico sup./Austroalpino inf.?) 2) « Falda » Sella (Austroalpino inf.); 3) Unità austridiche inferiori; 4) Unità austridiche medie e/o medio-superiori; 5) Unità austridiche superiori; 6) Intrusivi acidi; 7) Intrusivi basici; 8) Sudalpino; 9) Faglie e sovrascorrimenti; 10) Confine di Stato. - BE = Bernina; CL = Carlot; CV = Cima Verda; GR = Cime di Grom; GV = Val Viola; MC = Mattaciu; MP = Motto Pagano; MR = Murasciola; MS = Masuccio; MT = Motta; PB = Pizzo Bianco; SD = Sondalo; SR = Serottini; TR = Tremoncelli; VF = Val Ferrata; VG = Vernuga; VR = Varadega Resverde.

modello strutturale relativo a questa regione alpina, per cui è stato necessario inquadrare i dati ottenuti in uno schema geotettonico alquanto differente da quelli della precedente letteratura.

Si consideri comunque che, poichè il rapido evolversi delle conoscenze sull'alta Valtellina rende tuttora incerto il quadro strutturale finale, lo schema di tabella 1 si limita ai soli riferimenti essenziali, senza pretendere di entrare nel merito di situazioni ancora scarsamente definite.

Lineamenti geo-petrografici

Le masse intrusive dell'alta Valtellina considerate nel presente lavoro costituiscono un insieme di piccoli corpi di modeste dimensioni che, a parte qualche eccezione (Bernina, Brusio, Val Ferrata) affiorano generalmente per meno di un km² (fig. 1).

Un primo tentativo grossolano di caratterizzazione ci permette di riconoscere corpi a prevalente composizione dioritico-quarzo-granodioritica, con evidenti disomogeneità anche a piccola scala, e corpi più omogenei granitici o granodioritici.

Ricordiamo tra i primi le masse del Motto Pagano, della parte meridionale del M. Serottini, del Resverde, della Motta, di Cima Verda; i corpi a prevalente carattere granitico sono invece rappresentati dal granito di Val Ferrata, dal Granito di Vernuga, dal granito dei M. Tremoncelli e dei Serottini, nonchè dalle masse minori del Pizzo Bianco e di Carlot, oltre che dai graniti del Bernina.

Dal punto di vista petrografico il primo gruppo di intrusioni presenta una forte variabilità di composizione e di struttura entro la stessa massa: nell'affioramento della Motta, ad es., si passa in pochi metri da tipi francamente dioritici, a grana media, a differenziati granodioritici e granitici a grana più minuta.

I graniti mantengono invece caratteri più omogenei all'interno del singolo corpo, pur

TABELLA 1

Relazioni di massima tra unità strutturali, unità litologiche (eventualmente definite come « Formazioni ») e masse intrusive dell'alta Valtellina

UNITÀ STRUTTURALI	UNITÀ LITOLOGICHE (FORMAZIONI)	MASSE INTRUSIVE
		Granito di Vernuga Granito di Val Ferrata* Granito dei M. Serottini*** Granito di Carlot*** Granodiorite M. Tremoncelli*** Diorite M. Resverde***
Unità superiori (Oetzal auct.)	Gneiss di Valle Grosina*	
		Granito del Pizzo Bianco Granodiorite Val Viola Granodiorite della Motta*** Diorite della C. Verda*** Diorite del M. Pagano*** Diorite dei M. Serottini*** Diorite del Mattaciul*** Gabbro del M. Masuccio Gabbro di Sondalo
Unità medie e/o medio-superiori (Campo-Languard auct.)	Filladi di Borsio Micasisti di C. Rovala* Gneiss del M. Tonale	
Unità inferiori (Dist. Etr-Bernina auct.)	Formazione Vetta Non	Granito di Brusio Graniti del Bernina

*in parte già attribuita alla "Formazione della Punta di Pietra Rossa auct.;

già assimilato al "Gabbro del M. Masuccio" auct.; *già assimilati alla "Diorite dei M. Serottini" auct.

In questa schematizzazione non vengono prese in considerazione la « falda » Sella, attualmente compresa nell'austroalpino inferiore e la « falda » Margna, tuttora di incerta attribuzione (A. MONTRASIO, *com. pers.*, 1981).

potendo differire notevolmente da una massa all'altra.

La composizione mineralogica varia tra l'associazione quarzo - K-feldspato - plagioclasio sodico (albite, oligoclasio) - biotite - muscovite, tipica dei graniti e l'associazione plagioclasio calcico (andesina, labradorite) - orneblenda - biotite - quarzo propria delle dioriti. La grana è generalmente media con tendenza ad assumere un aspetto porfirico (fenocristalli di K-feldspato) nei graniti e granodioriti, più fine ed omogenea nelle dioriti.

Carattere comune a tutti i corpi osservati è una sovrimpronta metamorfica di basso grado che trasforma la biotite in clorite, il feldspato alcalino in sericite, il plagioclasio in saussurite, decolora l'anfibolo e ricristallizza il quarzo in minuti aggregati intorno ai relitti degli individui maggiori. Tutte le

Bianco; SD = Sondalo; SR = Serottini; TR = Tremoncelli; VF = Val Ferrata; VG = Vernuga; VR = Varadega-Resverde. L'asterisco indica la zona di provenienza del campione datato. I numeri indicano l'età in m.a., e le lettere che li precedono definiscono il minerale su cui l'età è stata ottenuta: b = biotite; m = muscovite.

masse sono inoltre interessate da deformazioni che, particolarmente accentuate ai bordi, mascherano i contatti primari con le rocce incassanti.

I caratteri petrochimici principali, che si anticipano qui da uno studio di dettaglio tuttora in corso, sono riassunti nei diagrammi delle figure 2, 3, 4, 5. Se ne deduce che la composizione varia in modo fondamentalmente normale in un trend calcalino.

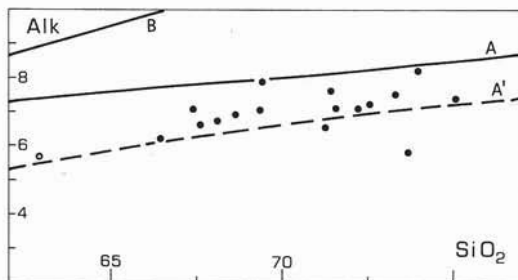
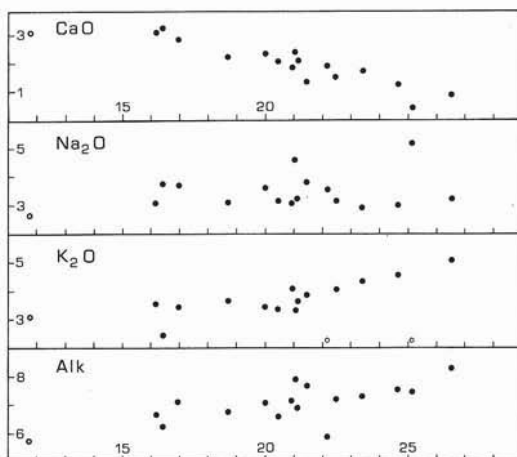


Fig. 2. — Confronto SiO_2/Alk . - ○ = valore medio del Granito di Brusio (BORIANI et al., stesso volume); ● = campioni analizzati. La tendenza calcalina dei campioni in esame è evidenziata dalla loro distribuzione, compresa tra le linee A e A' di KUNO. Il punto che cade al di sotto della linea A', appartenente al granito dei Tremoncelli, è caratterizzato da un contenuto di K_2O più basso rispetto alla media.

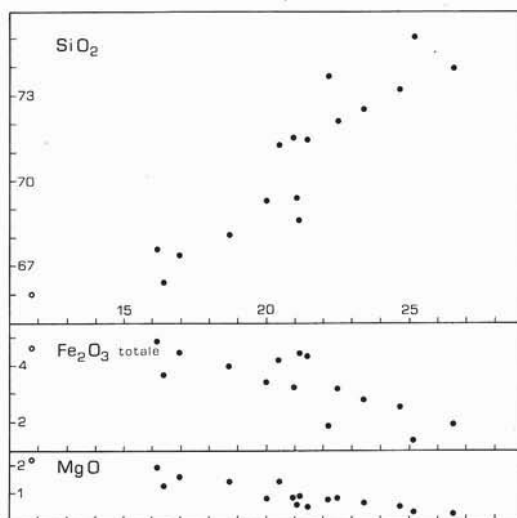
Lo studio geochimico, complicato soprattutto dalla presenza del citato episodio metamorfico generalizzato e dalla diffusa cataclasi, è stato ristretto ad un numero limitato di campioni, provenienti dagli affioramenti in condizioni migliori: entro le unità medio-superiori e superiori si sono quindi considerati i campioni di granito del Motto Pagano, della Motta, della granodiorite e della diorite della Cima Verda.

Analisi radiometriche

Le determinazioni col metodo Rb-Sr su roccia totale (tab. 2) sembrano escludere la parentela magmatica tra i campioni analizzati, poichè le relative rocce totali non sono riconducibili ad un valore comune di composizione isotopica iniziale dello Sr. Le determinazioni eseguite sulle muscoviti hanno fornito età di 282 ± 4 , 259 ± 4 , 264 ± 4 m.a. rispettivamente.



a)



b)

Fig. 3. — Confronto Indice di Larsen/ossidi. - In questo diagramma la disposizione dei campioni mostra andamenti « normali », anche se non del tutto lineari. Il contenuto di K_2O è nettamente inferiore alla media per un campione di granito dei Tremoncelli ($I.L. = 22,19$) e di granito dei Dossoni ($I.L. = 25,15$); quest'ultimo caratterizzato dalla percentuale più alta di Na_2O .

Questi dati, che attribuirebbero le relative plutoniti al ciclo magmatico tardo ercino, sono da interpretare come età minima di intrusione in considerazione di un loro possibile « ringiovanimento » alpino.

Questa possibilità viene suggerita dai risultati delle biotiti degli stessi campioni ($MP = 91$ m.a., $CV = 125$ m.a., $MT = 94$ m.a.), e di quella della diorite della Cima Verda (78 m.a.), risultati che mostrano con

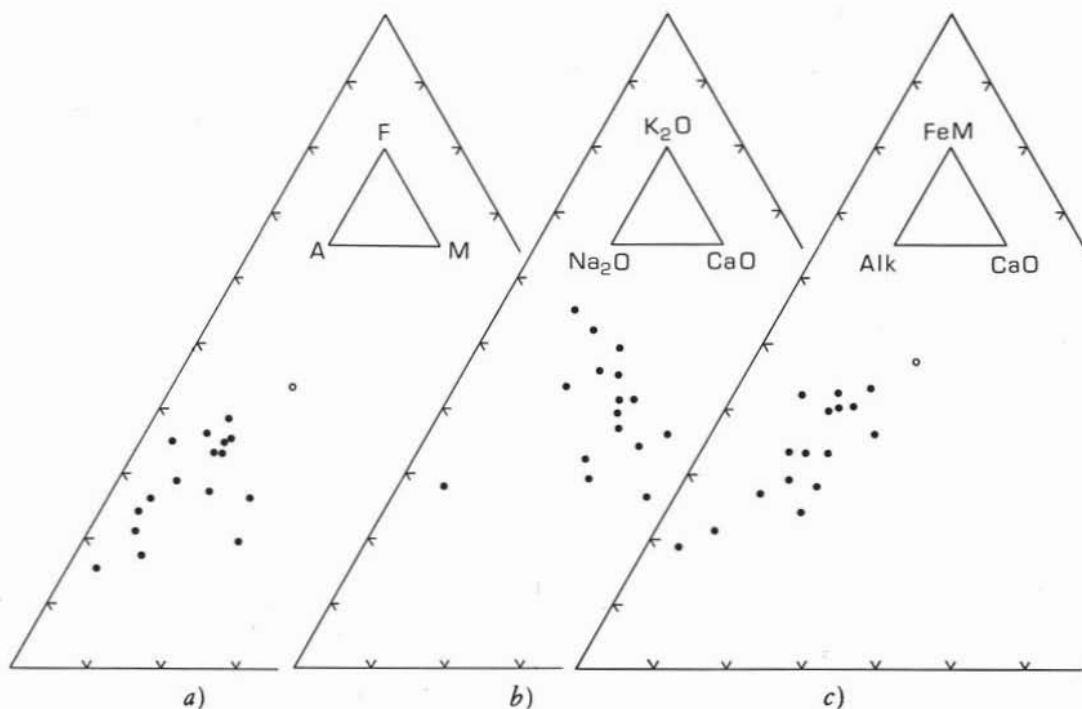


Fig. 4. — *a*) Relazioni tra alcali/ferro/magnesio (AFM). - Rispetto a questi elementi i campioni risultano abbastanza dispersi, con una variabilità più ridotta per ferro e magnesio. *b*) Relazioni tra alcali/femici/calcio (Alk-FeM-CaO). - Le rocce analizzate dimostrano di essere meno sensibili alle variazioni dei Ca-femici rispetto agli alcali. *c*) Relazioni tra sodio/potassio/calcio ($\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$). - Tra gli alcali, il sodio, ad eccezione di un campione (Granito dei Dossoni), si dimostra più omogeneo del potassio, rispetto al calcio.

chiara evidenza una parziale apertura del sistema Rb-Sr delle miche, in età alpina, in risposta all'evento metamorfico che le ha interessate.

La stessa indicazione viene offerta dalle « età » ottenute sulle biotiti dei campioni delle masse granitiche, appartenenti sia alle unità superiori, quali i graniti di Vernuga (107 ± 2 m.a.), di Val Ferrata (224 ± 4 m.a.) e Tremoncelli (120 ± 2 m.a.), sia a quelle inferiori dell'Err-Bernina, come è stato segnalato per il Granito di Brusio (BORIANI et al., stesso volume).

Sulla base di questi risultati deve quindi essere abbandonata l'idea di una genesi alpina, proposta in precedenza per queste magmatiti (note ill. dei Fogli « Bormio » e « Tirano »), anticipando almeno fino al limite permo-carbonifero l'età della loro messa in posto.

Considerazioni conclusive

Per concludere, dai dati e dalle argomentazioni sopra riportate si può innanzitutto ri-

conoscere nel complesso delle intrusioni granitiche e dioritiche dell'alta Valtellina, un chimismo variabile entro un normale trend calcocalcino. Le determinazioni Rb-Sr sembrano tuttavia suggerire delle differenze per quanto riguarda la genesi delle diverse masse analizzate o, quanto meno, nella storia evolutiva di ciascun magma.

Per quanto riguarda invece i rapporti delle intrusioni con le formazioni incassanti, è chiaro il loro carattere postcristallino rispetto al metamorfismo principale di grado medio, medio-alto di queste, mentre è ben riconoscibile una più o meno marcata sovrimpronta di basso grado che ha interessato sia le rocce incassanti che le masse intruse.

Purtroppo l'incidenza di quest'ultimo evento risulta assai irregolare agli effetti della riapertura del sistema Rb-Sr delle miche analizzate, per cui i risultati delle analisi sono solamente indicativi.

Si auspica che l'ampliamento delle campionature e delle analisi sulla base dei risultati ottenuti, possa fornire dettagli più sicuri;

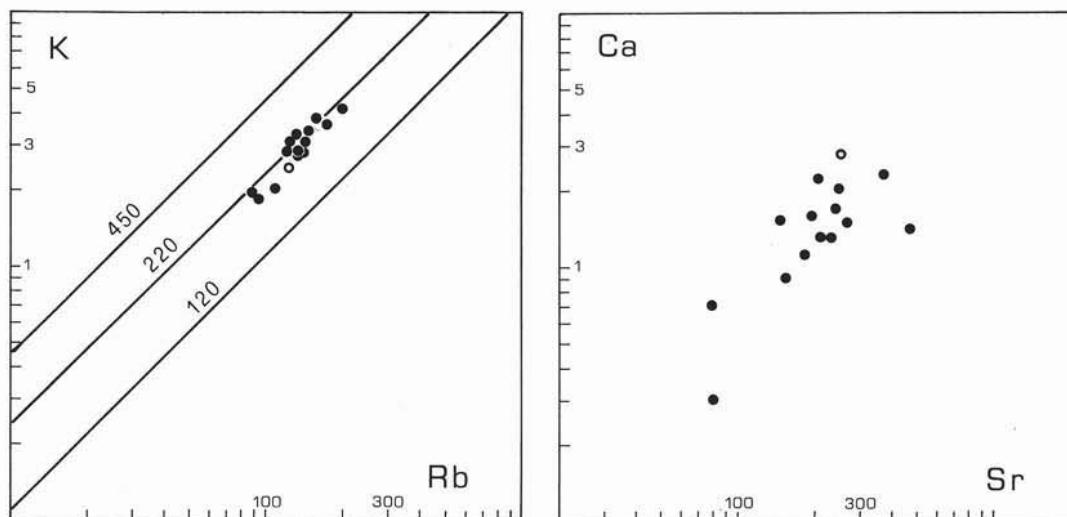


Fig. 5. — Confronto tra elemento maggiore (%) ed elemento minore (ppm) isomorfo: a) K/Rb; b) Ca/Sr. Rispetto a K e Rb i campioni mostrano un andamento lineare con un rapporto tipico di rocce acide di provenienza crostale. I graniti di Dossoni, Cime di Grom ed uno di quelli appartenenti ai Tremoncelli, si separano per il minor contenuto in K: il rapporto col rubidio rimane pressochè invariato.

TABELLA 2
Dati analitici Rb-Sr dei campioni analizzati

Campioni	Rb ppm	Sr ppm	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} \pm 1\sigma$	ETA' m.a. $\pm 1\sigma$
UNITA' MEDIE E/O MEDIO-SUPERIORI					
VA 79-10 RT gr M. Pagano	190	163	3.38	0.7224 ± 4	
" " " B	1156	2.2	1931.58	3.2229 ± 61	91 ± 1
" " " M	556	12.7	133.12	1.2430 ± 19	182 ± 4
VA 78-12 RT gd Cima Verda	141	183	2.23	0.7211 ± 1	
" " " B	802	4.6	550.34	1.6970 ± 15	125 ± 2
" " " M	443	14.5	91.33	1.0499 ± 19	259 ± 4
VA 78-11 RT d Cima Verda	32	314	0.29	0.7051 ± 3	
" " " B	404	8.5	139.18	0.8592 ± 7	78 ± 2
VA 78-10 RT gr La Motta	105	154	1.97	0.7230 ± 2	
" " " B	575	6.8	253.13	1.0580 ± 35	94 ± 2
" " " M	285	12.7	66.39	0.9646 ± 7	264 ± 4
UNITA' SUPERIORI					
VA 79-4 RT gr Vernuga	203	110	5.34	0.7320 ± 4	
" " " B	1002	2.5	1428.30	2.8895 ± 85	107 ± 2
VA 2 RT gr Val Ferrata	126	150	2.43	0.7224 ± 7	
" " " B	638	4.1	532.27	2.4129 ± 117	224 ± 4
VA 79-6 RT gr Tremoncelli	148	176	2.44	0.7183 ± 3	
" " " B	751	3.3	750.49	1.9951 ± 26	120 ± 2

Età calcolate con isocrone a due punti: mica + roccia totale corrispondente. $\lambda^{87}\text{Rb} = 1,42 \cdot 10^{-11}$ /anno; RT = roccia totale; B = biotite; M = muscovite; gr = granodiorite; d = diorite.

è tuttavia possibile affermare fin d'ora che l'attribuzione delle intrusioni al ciclo magmatico alpino va abbandonata definitivamente. Le indicazioni cronologiche che si ricavano dalle miche infatti indicano l'evidenza di un'età primaria prealpina; tra queste le determinazioni meno recenti, che si avvicinano al ciclo ercinico, sono da considerare come limite cronologico inferiore oltre cui va collocata l'intrusione vera e propria.

La verosimile connessione della riapertura dei sistemi Rb-Sr con gli episodi metamorfici di basso grado, tende ancor di più a confermare l'incidenza di fasi blastiche alpine su magmatiti già consolidate, nel produrre le età miste ottenute.

Resta da chiarire il significato delle appa-

renti discrepanze tra le composizioni isotopiche iniziali nelle diverse masse che, a prima vista suggerirebbe la non-comagmaticità di esse, in contrasto con l'evidenza di campagna che porta a raggrupparle in un numero limitato di insiemi affini.

Ringraziamenti. — Gli Autori ringraziano il Prof. ARRIGO GREGNANIN, direttore del Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali del C.N.R., e il Prof. ATTILIO BORIANI, direttore dell'Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Milano, per la lettura critica del manoscritto.

Lavoro eseguito nell'ambito delle ricerche del Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali del C.N.R. di Milano, in collaborazione con l'Istituto di Geocronologia e Geochimica Isotopica del C.N.R. di Pisa.

BIBLIOGRAFIA

- ANDREATTA C. (1948) - *La «linea di Pejo» nel massiccio dell'Ortler e le sue miloniti.* Acta Geologica Alpina, Contr. Min. Petr. e Geol.
- ANDREATTA C. (1954) - *La Val di Pejo e la catena Vioz-Cevedale. Studio geo-petrotettonico e minerario di una parte del Massiccio dell'Ortles.*
- BONSIGNORE G. (1962) - *Ricerche geologiche-petrografiche sul versante meridionale della media e alta Valle Grosina (Sondrio).* Tesi di laurea inedita. Ist. Min. Petr. Univ. Milano.
- BONSIGNORE G., RAGNI U. (1966) - *Carta geologica dell'alta Valtellina e dell'alta Val Camonica.* Ist. Min. Petr. Univ. Milano.
- BONSIGNORE G., RAGNI U. (1967) - *Studio di alcuni movimenti franosi nella media Valtellina (Alpi Retiche).* «Fondazione Probl. Mont. Ar. Alp.», C.N.R., Pubbl. 55, Milano.
- BONSIGNORE G., RAGNI U. (1968) - *Contributo alla conoscenza del Cristallino dell'alta Valtellina e dell'alta Val Camonica (Alpi Retiche). Nota prima: La Formazione della Punta della Pietra Rossa.* «Fond. Probl. Mont. Ar. Alp.», Pubbl. 73, C.N.R., Milano.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (1969) - *Foglio n. 19, Tirano.*
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (1970) - *Foglio n. 8, Bormio.*
- CORNELIUS H.P. (1916) - *Zur Kenntnis der Wurzelregion im unteren Veltlin.* N. Jb. Min. Geol. Pal., vol. XL.
- CORNELIUS H.P., CORNELIUS FURLANI M. (1930) - *Die insubrische Linie von Tessin bis zum Tonalepass.* Denkschr. Akad., Wien, 102.
- D'AMICO C., MOTTANA A. (1974) - *Hercynian Plutonism in the Alps. A report 1793-1974.* Mem. Soc. Geol. It., vol. XIII/1974, 49-118.
- FRANCHI S. (1911) - *Notizie preliminari sulla geologia dell'alta Valtellina.* Boll. Soc. Geol. It., XXX, Roma.
- FRISIA S. (1976) - *Studio geologico-petrografico sulle formazioni cristalline del versante destro della Valle Grosina occidentale (alta Valtellina).* Tesi di laurea inedita. Ist. Min. Petr. Univ. Milano.
- HAMMER W. (1938) - *Bemerkungen zu R. Staubs «Geologische Probleme um die Gebirge zwischen Engadin und Ortler».* Verhandl. Geol. Bundesanst., 227-237.
- KOENIG M.A. (1964) - *Geologisch-petrographische Untersuchungen im oberen Valtlin.* Inaug. Diss. Zurich.
- NOTARPIETRO A., GORLA L. (1981) - *Contributo alla conoscenza delle Formazioni austriache nell'alta e media Valtellina. Variazioni petrochimiche nella «Formazione di Valle Grosina».* Rend. Soc. Min. Petr., vol. 37, fasc. II.
- PACE F. (1964) - *Ricerche geologico-petrografiche nell'alta Val Viola Bormina, Sondrio.* Tesi di laurea inedita. Ist. Min. Petr. Univ. Milano.
- PACE F. (1966) - *Studio petrografico dell'alta Val Viola, Sondrio.* Atti Soc. It. Sc. Nat., vol. CV, fasc. I.
- PERETTI G. (1981) - *Studio geologico-petrografico sulle metamorfiti della regione Vallecetta - Val Sobretta (Alta Valtellina).* Tesi di laurea inedita. Ist. Min. Petr. Univ. Milano.
- POZZI R. (1965) - *Schema tettonico dell'alta Valtellina da Livigno al Gruppo dell'Ortles.* Ecl. Geol. Helv., 58, 1, Basel.
- ROSTI G. (1976) - *Studi geologici-petrografici e geochimici sulle metamorfiti della zona M. Serrottini - M. Varadega tra la Valtellina e l'alta*

- Val Camonica*. Tesi di laurea inedita. Ist. Min. Petr. Univ. Milano.
- SALOMON W. (1897) - *Über alter lagerungsform und entstehungsart der periadriatischen Granitischkornigen massen*. Tsch. Min. Petr. Mitt., XVII, Band 2/3.
- SCESI L. (1976) - *Studio geologico-petrografico sulle metamorfite e magmatiti affioranti nella zona compresa tra Grosotto e la Cima Cadì (Sondrio-Brescia)*. Tesi di laurea inedita. Ist. Min. Petr. Univ. Milano.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) - Foglio 8, « Bormio ». Note illustrative della Carta Geologica d'Italia.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1971) - Foglio 19, « Tirano ». Note illustrative della Carta Geologica d'Italia.
- SIGNORILE G. (1965) - *Ricerche geologico-petrografiche sul versante sinistro dell'alta Valtellina tra Mazzo e Tiolo*. Tesi di laurea inedita. Ist. Min. Petr. Univ. Milano.
- STAUB R. (1913) - *Zur Tektonik des Berninagebirges*. Vjschr. Naturf. Ges. Zurich, 58, 3/4, 329-371.
- STAUB R. (1916) - *Zur Tektonik der sudoestlichen Schweizeralpen*. Ecl. Geol. Helv., 15/3, 1919, 401-408.
- STAUB R. (1916) - *Zur Geologie des Oberengadin und Puschlav*. Ecl., 14, 221-228.
- STAUB R. (1916) - *Tektonische studien im oestlichen Berninagebirge*. Vjschr. Naturf. Ges. Zurich, LXI, 324-404.
- STAUB R. (1937) - *Geologische Probleme um die Gebirge Engadin und Örtler*. Mem. Soc. Helv. Sc. Nat., 72, Zurich.
- STAUB R. (1946) - *Geologische Karte der Berninagruppe*. Spez. Karte 118, herausgeg. v.d. Schweiz Geol. Komm.
- STAUB R. (1964) - *Neuere geologische studien zwischen Bunden und dem oberen Veltlin*. Jb. Nat. Ges. Graub., 89 und 90, Bischofberber & Co., Chur.
- THEOBALD G. (1866) - *Beitrage zur Geologische Karte der Schweiz*. Chur, 1866.
- TRAVERSI GL. (1979) - *Il Granito di Brusio (Val Poschiavo - Svizzera)*. Tesi di laurea inedita. Ist. Min. Geol. Univ. Milano.
- TRÜMPY R. (1973) - *L'evolution de l'orogénèse dans les Alpes Centrales: Inteeprétation des données stratigraphiques et tectoniques*. Ecl. geol. Helv., vol. 66/1, 1-10.
- TRÜMPY R. (1975) - *Peninic-Austroalpine Boundary in the Swiss Alps: A Presumed Former Continental Margin and its problems*. Amer. J. Sci., 275, 209-238.