

POMPEO CASATI *, MASSIMO NICOLETTI **, CLAUDIO PETRUCCIANI **

ETÀ (K/Ar) DI INTRUSIONI PORFIRITICHE E LEUCOGABBRICHE NELLE PREALPI BERGAMASCHE (ALPI MERIDIONALI)

RIASSUNTO. — Nelle Prealpi Bergamasche (Alpi Meridionali) specialmente nell'area compresa tra la bassa Val Seriana e la Val Cavallina, vi sono numerosi filoni di porfirite (essenzialmente porfirite anfiboliche, porfirite plagioclastiche e porfirite diabasiche) e alcuni stock leucogabbri e dioritici, intrusi in formazioni sedimentarie del Triassico superiore e del Giurassico inferiore. L'età di queste rocce è alquanto controversa; alcuni autori le hanno infatti attribuite al Mesozoico e altri al Terziario. Le datazioni effettuate con il metodo K/Ar su un leucogabbro affiorante presso Cene in Valle Rossa e su una porfirite plagioclasica affiorante presso Gaverina in Val Cavallina, hanno dato un'età rispettivamente di 148 ± 30 e 117 ± 5 M.A.. Si possono quindi attribuire al Cretaceo inferiore e al Giurassico superiore, pur con riserve per quest'ultimo periodo. Si ritiene, in base a considerazioni di carattere geologico generale, che la loro messa in posto sia collegata a fratture prodottesi in fasi di distensione che interessarono in quel periodo di tempo l'area delle Alpi, ove era in atto la separazione e l'allontanamento tra la placca paleoeuropea e la placca italo-austro-dinarica alla quale appartengono le Alpi Meridionali. Tuttavia le porfirite in esame che, qualora volessimo confrontarle con rocce vulcaniche, hanno una composizione mineralogica abbastanza simile a quella delle andesiti, meglio si accorderebbero per questa loro caratteristica con un magmatismo di tipo orogenetico e quindi già legato a fasi di compressione.

ABSTRACT. — In the Bergamasc Prealps (Southern Alps, Italy), mainly between Val Seriana and Val Cavallina, many dykes of porphyrites (amphibolic porphyrites, plagioclastic porphyrites and diabasic porphyrites) and few leucogabbroic and dioritic stocks crop out. These rocks are intruded into Late Triassic and Early Jurassic sedimentary units. Whole rock K/Ar determinations of a plagioclastic porphyrite outcropping near Gaverina, in Valle Cavallina and of the leucogabbroic stock outcropping near Cene, in Valle Rossa, show an age of 117 ± 5 m.y. (Early Cretaceous) and 148 ± 30 m.y. (Upper Jurassic?) respectively. It is suggested that these intrusions are related to tensional tectonics during the Late Jurassic-Early Cretaceous when the Paleo European and Italic-Dinaric (to which Southern Alps belong) plates were separating. In contrast with this interpretations, the andesitic mineralogical character of porphyrites seems to be in accord with compressional tectonics.

Premessa

Nelle Alpi Meridionali sono assai frequenti le rocce filoniane. Per diverse di esse non vi sono grossi problemi di età, o perchè è facile immaginare un loro collegamento diretto con maggiori masse intrusive in prossimità delle quali esse

* Istituto di Geologia dell'Università degli Studi di Milano e Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali.

** Centro di Studio per la Geochimica Applicata alla Stratigrafia Recente - Istituto di Geochimica dell'Università di Roma.

si rinvencono, oppure in quanto sono ubicate in aree in cui l'attività magmatica è ben datata. Ci riferiamo ai vari filoni triassici che si osservano ad esempio nel Gruppo del Latemar (Dolomiti occidentali) collegati con l'intensa attività magmatica che contraddistinse quel periodo nelle Dolomiti, o ai filoni che si rinvencono nelle rocce incassanti l'intrusione terziaria dell'Adamello, per quanto anche nelle rocce circostanti questo massiccio vi siano porfiriti filoniane sia mesozoiche che terziarie (DIENI e VITERBO, 1960 e 1961). Per altri gruppi di rocce filoniane delle Alpi Meridionali e in particolare per quelli delle Prealpi Bergamasche (regione bassa Val Seriana - Val Cavallina), per quelli delle Alpi Orobie e per quelli del Biellese, non vi sono argomenti decisivi per una loro sicura datazione in base ai tradizionali metodi di indagine geologica. Si può genericamente dire, per il gruppo di filoni delle Prealpi Bergamasche e per quello del Biellese — e supponendo una relativa contemporaneità per tutti i filoni di ciascuno di questi gruppi — che la loro messa in posto è post-liassica, perchè alcuni di essi attraversano rocce liassiche. Prova dell'impossibilità di andare oltre nel precisare l'età possono essere anche le conclusioni diverse a cui sono pervenuti i diversi autori in base a osservazioni di carattere geologico generale o in base ad analogie con il chimismo di altre rocce sicuramente datate. Per un gruppo di autori, ad esempio, queste rocce appartenerebbero al ciclo mesozoico (Giurassico-Cretaceo), per altri invece al ciclo terziario.

Per dare un contributo alla soluzione di questo problema, ci è parso che l'unico modo possibile fosse quello di tentare datazioni con i moderni metodi radiometrici. In questa nota diamo i risultati di datazioni effettuate con il metodo potassio/argon su una porfirite ⁽¹⁾ e su un leucogabbro affioranti nelle Prealpi Bergamasche. P. Casati ha curato l'inquadramento generale del problema; M. Nicoletti e C. Petrucciani hanno eseguito le datazioni.

Le porfiriti e le altre intrusioni gabbriche e dioritiche delle Prealpi Bergamasche

L'area di affioramento dei filoni è indicata schematicamente nell'annessa cartina (Fig. 1); i filoni abbondano specialmente nell'area compresa tra la bassa Val Seriana (Cene, Fiorano, Lefte, Gandino) e la Val Cavallina (Gaverina). Sono compresi prevalentemente nelle formazioni del Trias superiore: Dolomia Principale e Calcarea di Zorzino (Norico) e Argillite di Riva di Solto, Calcarea di Zu e Dolomia a Conchodon (Retico). Rari filoni sono segnalati nelle formazioni giurassiche: Calcarea di Sedrina (Hettangiano), Calcarea di Moltrasio (Sinemuriano) e Calcarea del Dommaro (Pliensbachiano) (Fig. 2). Possono presentarsi tanto concordanti, sotto forma di filoni-strato, che discordanti. Il loro spessore è variabile da pochi centimetri a diversi

⁽¹⁾ Indichiamo queste rocce con la nomenclatura per esse usata dagli Autori precedenti. In effetti non ci sembra possibile usare le classificazioni recenti che si riferiscono unicamente a rocce plutoniche e vulcaniche.

metri (fino ad alcune decine). Oltre ai filoni di porfiriti dioritiche, sono state segnalate anche intrusioni di gabbri e dioriti, per cui si pensa alla presenza di piccoli ammassi o stock, come presso Gandino in Val d'Agra e presso Cene in Valle Rossa (ove si notano vistosi fenomeni di metamorfismo di contatto nei calcari incassanti, De MICHELE e ZEZZA, 1973) anche se la forma e le dimensioni dei corpi aventi questa composizione gabbrica e dioritica non è ben definibile in base alle osservazioni di campagna.

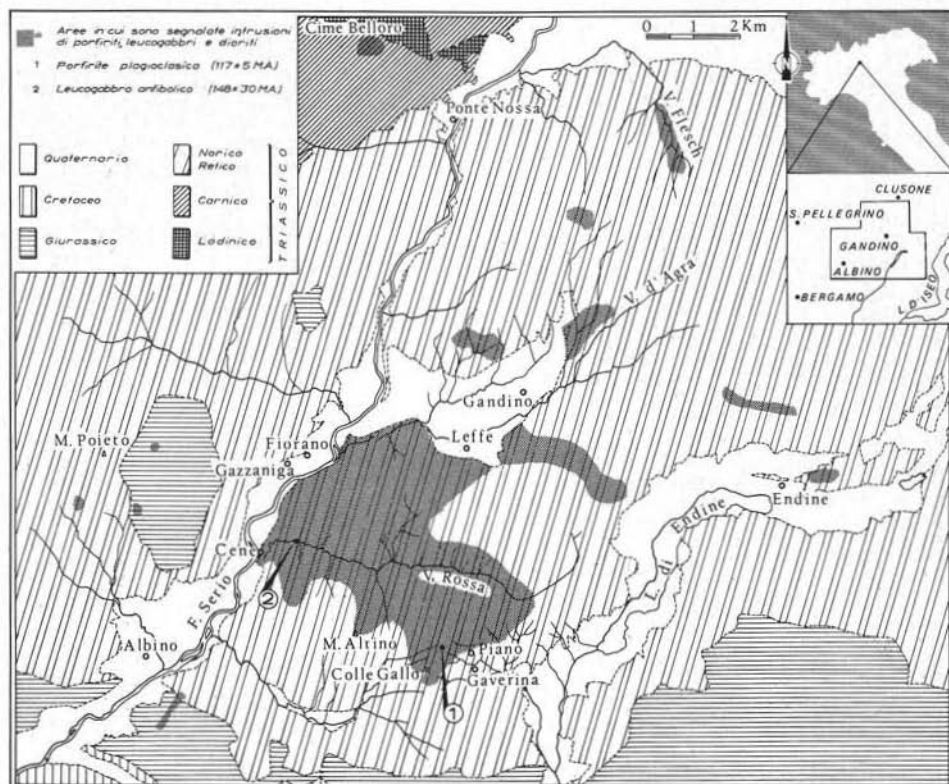


Fig. 1. — Ubicazione della porfiriti (1) e del leucogabbro (2) di cui è stata determinata l'età.

Per le caratteristiche petrografiche delle rocce in esame si rimanda ai lavori degli autori precedenti e in particolare MOTTANA (1966) che in un esauriente studio distinse essenzialmente quattro tipi di porfiriti e precisamente: *porfiriti anfiboliche*, *porfiriti plagioclasiche*, *porfiriti diabasiche* e *porfiriti plagioclasiche con carbonati*, fornendo, per ciascuno di questi tipi, ampi dati su composizione mineralogica e chimica. Aggiungiamo qui come più significativa osservazione di recenti sopralluoghi da noi effettuati, il reperimento presso Lefte (Val Gandino) di filoni ricchi

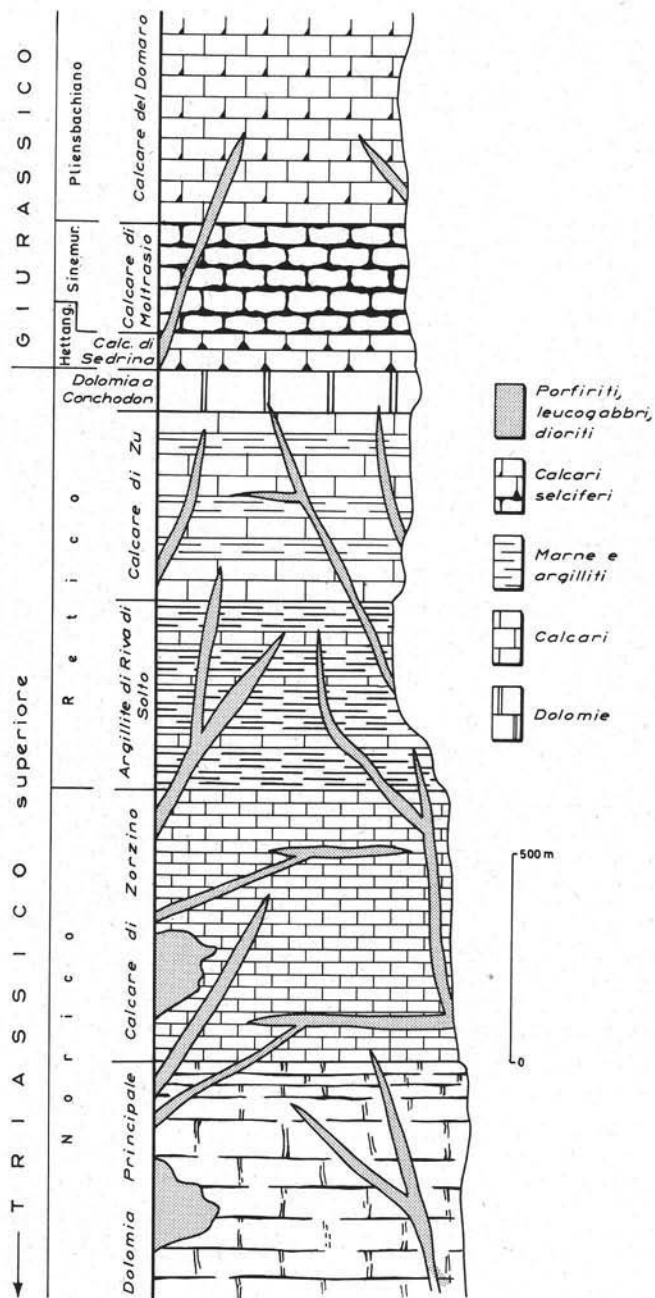


Fig. 2. — Unità stratigrafiche nelle quali sono intrusi i filoni e gli stock tra la Val Seriana e la Val Cavallina.

di inclusi di rocce metamorfiche del basamento scistoso-cristallino delle Alpi Orobie e di inclusi di altra natura. In particolare il filone della Fig. 3 è ricco di frammenti gneissici e altri frammenti di tonalite, orneblendite e porfirite diabasica.

Lo stock leucogabbrico di Valle Rossa è stato invece segnalato recentemente e studiato in modo approfondito da DE MICHELE e ZEZZA (1973).

Marginalmente all'area fondamentale di affioramento dei filoni, area che abbiamo indicato più sopra, vi sono altri filoni con caratteristiche particolari come quelli ultrabasici « lamprofirici » descritti da ARTINI (1904) e inclusi nel Calcare di Zorzino in Val Flesch presso Clusone. Un'altra porfirite particolare è quella di Cima di Belloro presso Ponte Nossa che, secondo i dati di VACHÉ (1966) suffragati anche da ricerche geoelettriche, sarebbe un piccolo laccolite. L'intrusione di questa porfirite, secondo l'autore citato, sarebbe avvenuta nel Carnico (Trias superiore).

Risultati

Esponiamo ora i risultati delle analisi condotte su due campioni; l'uno di una porfirite filoniana e l'altro di un leucogabbro. La porfirite filoniana proviene da un filone potente circa 25 m e affiorante su un tornante della strada Piano-Colle del Gallo a q. 715 m circa e intruso nell'Argillite di Riva di Solto del Retico, in prossimità del limite inferiore di questa formazione (Figg. 1 e 4). La porfirite è di tipo plagioclasico ed è stata descritta e analizzata da MOTTANA (1966, pag. 731-734) il quale ci ha pure gentilmente fornito il campione da sottoporre ad analisi. Il leucogabbro proviene dallo stock di Valle Rossa (Fig. 1), intruso nel Calcare di Zorzino e descritto da ZEZZA e DE MICHELE (1973), cui va la nostra gratitudine per averci messo a disposizione i campioni.

I risultati sono i seguenti:

Campione	^{40}Ar rad cc S.T.P. g	% Ar rad	% K	t+ ϵ (M.A.)
1 Porfirite plagioclasica	$1,86 \times 10^{-6}$	44,65	0,39	117 \pm 5
2 Leucogabbro anfibolico	$0,80 \times 10^{-6}$	10,14	0,13	148 \pm 30

L'analisi è stata condotta su *roccia totale* e non sull'orneblenda perchè questo minerale, seppure abbondante, è presente in cristalli troppo piccoli per poterli separare senza troppo fratturarli con conseguente perdita di ^{40}Ar radiogenico. Le determinazioni del potassio sono state fatte per via spettrofotometrica in doppio, su due attacchi diversi, ed anche con tarature per mezzo di standards internazionali. Per l'argon si è proceduto con la metodologia descritta in dettaglio dagli autori delle analisi (NICOLETTI e PETRUCCIANI, 1973).

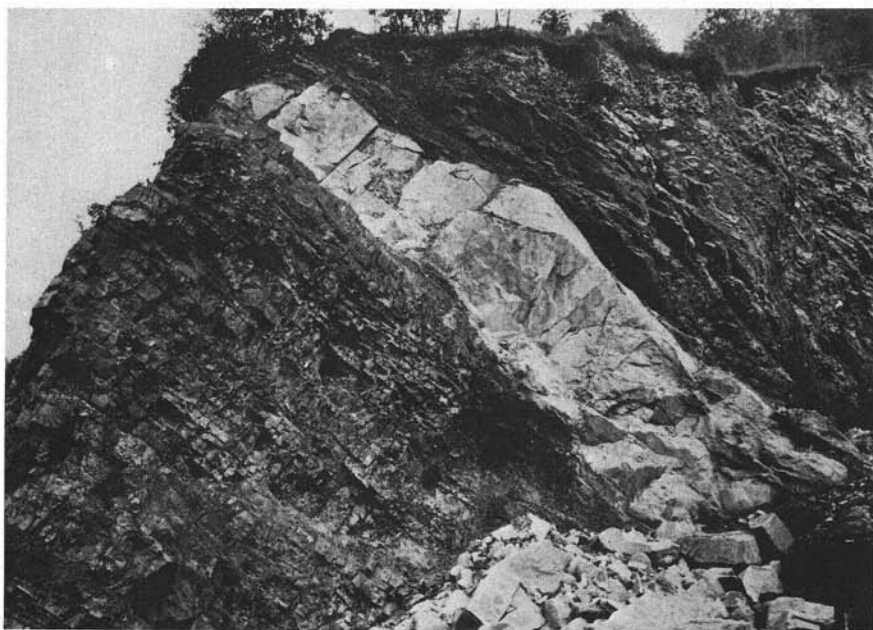


Fig. 3. — Filone di porfirite alterata intruso nel Calcare di Zorzino. Cava nei pressi di Lefte, allo sbocco della Val Forcella.

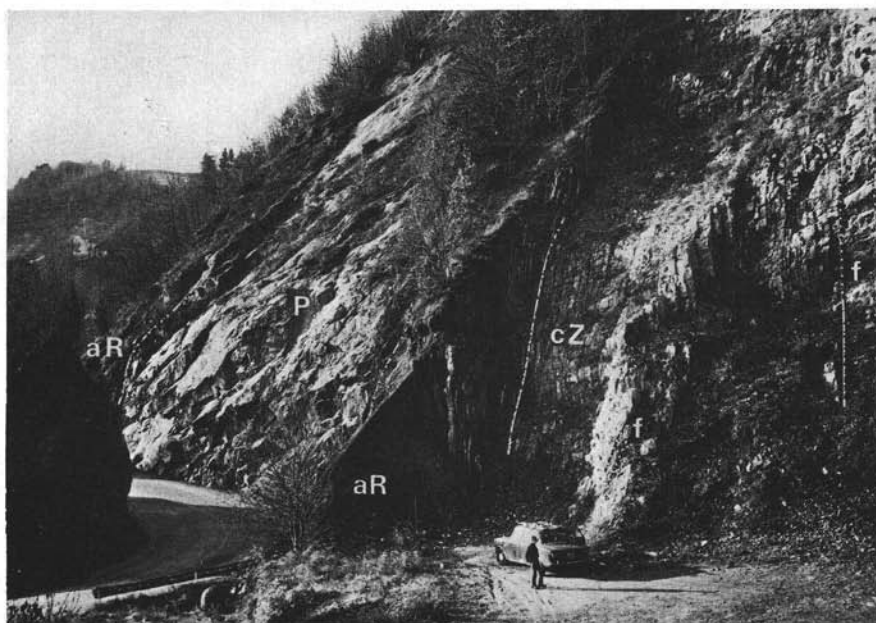


Fig. 4. — Il grande filone di porfirite plagioclasica (P) — di cui è stata eseguita la datazione — affiorante presso Colle Gallo, sulla strada per Piano. cZ = Calcare di Zorzino; aR = Argillite di Riva di Solto; f = altri filoni minori di porfirite plagioclasica con carbonati.

L'intrusione della porfirite filoniana è riferibile al Cretaceo inferiore; l'intrusione leucogabbrica è riferibile con riserve al Giurassico superiore, in quanto il margine di errore possibile nella misura può farla rientrare in un intervallo di tempo che va dal Lias sup. al Cretaceo inf.. È inoltre opportuno osservare che i risultati da noi ottenuti devono essere accettati con cautela; infatti è possibile che, a causa della presenza di plagioclasti che come è noto sono facilmente alterabili, le età ottenute risultino più giovani del reale.

Discussione

Le datazioni da noi effettuate della porfirite filoniana dei pressi di Gaverina e del leucogabbro dello stock di Valle Rossa, indicano un'attività magmatica giurassica superiore (?) - cretacea inferiore nelle Alpi Meridionali. Attività magmatica durante questo intervallo di tempo nelle Alpi Meridionali non è stata finora ben documentata; nel Giurassico superiore del Veneto sono segnalate tracce di vulcanismo (BERNOULLI e PETERS, 1970 e 1974) messe in discussione da DE VECCHI e DIENI (1974); sempre nel Giurassico superiore sono stati trovati indizi di attività vulcanica nelle Alpi Calcareae Settentrionali da HUCKRIEDE (1971) e da DIERSCHKE (1973). Nel Cretaceo inferiore invece non è stata finora segnalata attività magmatica nelle Alpi Meridionali. Accertata l'età cretacea inferiore e, pur con riserve, giurassica superiore, delle intrusioni delle Prealpi Bergamasche, è interessante esaminare brevemente come tali intrusioni si collochino nell'evoluzione geologica delle Alpi Meridionali e più in generale delle intere Alpi.

Durante il Triassico in corrispondenza delle Alpi si era instaurata un'estesa piattaforma carbonatica la quale, a partire dal Giurassico, cominciò a smembrarsi e a sprofondare con diversi tempi e modalità nei vari settori (BOSELLINI, 1973). In concomitanza con l'attività magmatica intrusiva ed effusiva prodottasi nel Triassico superiore delle Alpi Meridionali un evento termico interessò i massicci ercinici periadriatici, le pegmatiti ed anche il basamento metamorfico (FERRARA e INNOCENTI, 1974).

Nel Giurassico inferiore, attorno a 180 M.A., un altro evento termico è segnalato nelle rocce metamorfiche della «zona d'Ivrea» (GRAESER e HUNZIKER, 1968; McDOWELL e SCHMID, 1968).

Nel Giurassico superiore e nel Cretaceo inferiore, le estrusioni di ofoliti nella regione delle Alpi sono interpretate come il risultato della separazione e dell'allontanamento fra la placca italo-austro-dinarica a cui appartengono le Alpi Meridionali e la placca paleoeuropea. È al prodursi di spaccature connesse appunto a fasi di distensione nel Giurassico superiore-Cretaceo inferiore (anche se tali fratture non sono state finora ben individuate) che si deve attribuire la risalita dei magmi che si sono poi intrusi sotto forma di filoni o piccoli ammassi seguendo fratture minori e piani di stratificazione. È tuttavia curioso osservare con BERNOULLI e PETERS

(1970), come non sia stata accompagnata da attività magmatica la formazione di grosse faglie nel Giurassico delle Alpi Meridionali come la linea di Lugano e la linea di Ballino, i cui riflessi nella sedimentazione al limite tra la « piattaforma veneta » e il « bacino lombardo » durante il Mesozoico, sono stati analizzati con estremo dettaglio e precisione da CASTELLARIN e FERRARI (1972). Ad ogni modo vulcanismo e intrusioni in margini continentali « passivi » o « di tipo atlantico » (come erano i margini della placca italo-austro-dinarica) non sono rari; ricordiamo ad esempio le intrusioni granitiche nel Cretaceo in Portogallo e in Marocco e nel Giurassico negli Appalachi meridionali.

Si può quindi attribuire la risalita dei magmi che diedero origine alle rocce in esame ad una tettonica distensiva. Infatti, in base ai dati finora disponibili, si può ritenere che fino a tutto il Cretaceo inferiore nelle Alpi non vi siano state fasi di compressione, ma solo di distensione o, in altri termini, che la placca paleoeuropea e quella italo-dinarica non avevano ancora iniziato il loro avvicinamento. Secondo vari autori infatti, nella zona delle Alpi le prime fasi di compressione (GRANDJACQUES, HACCARD e LORENZ, 1973) e i primi piegamenti (TRÜMPHY, 1973), vengono fatti risalire alla parte terminale dell'Albiano e al Cenomaniano, attorno a 100 M.A.. Al Cenomaniano risalgono, nelle Alpi Meridionali, le prime importanti deposizioni di flysch in senso stretto (Varesotto) che sono da mettere senza dubbio in relazione con la formazione di importanti corrugamenti. Tuttavia nell'area delle Alpi, in base a datazioni assolute, Jäger (1973) riconosce i primi « movimenti » attorno a 120 M.A., mentre Niggli (1974) individua una vera e propria fase tettonica eoalpina tra 130 e 100 M.A. Nelle Alpi Occidentali una fase di compressione è datata, in base all'età (K/Ar) del gaucofane delle eclogiti mesozoiche piemontesi (Zona di Zermatt-Saas l.s.), 83 M.A.; viene cioè a cadere nel Cretaceo superiore (DAL PIAZ, HUNZIKER e MARTINOTTI, 1972).

Se si escludono i dati sopra ricordati di Jäger e di Niggli, tutte le considerazioni fin qui fatte paiono giustificare la relazione tra messa in posto delle rocce intrusive da noi esaminate e fasi di distensione. Tuttavia le porfiriti delle Prealpi Bergamasche che, confrontate con rocce vulcaniche, hanno una composizione mineralogica simile a quella delle andesiti, meglio si accorderebbero per questa caratteristica con un magmatismo di tipo orogenetico e quindi già legato a fasi di compressione. Con i risultati della presente ricerca e con i dati di Jäger e Niggli si potrebbero allora invecchiare le prime compressioni nelle Alpi portandole da circa 100 a circa 130 M.A.

Si è già accennato ad altri gruppi di filoni delle Alpi Meridionali di cui rimane ancora incerta l'età. Vi è il gruppo di filoni delle Alpi Orobie comprendente porfiriti dioritiche e diabasi. Le porfiriti dioritiche sono diffuse nella catena orobica particolarmente tra la Valle di Scais e la Valle del Livrio e sono intruse in formazioni sia metamorfiche del basamento scistoso-cristallino che sedimentarie permiane (Formazione di Collio). Osservazioni di campagna sui rapporti di queste porfiriti con le maggiori linee tettoniche regionali considerate terziarie, fanno propendere per un'età terziaria delle porfiriti stesse (LIBORIO e MOTTANA, 1969). GANSSER (1968,

pag. 131) riferisce che una datazione preliminare con il metodo K/Ar di orneblende di una porfiritite affiorante a sud di Teglio (Valtellina) ha dato un'età medio-cretacea, quindi abbastanza vicina all'età da noi trovata per il filone di Gaverina datato con analogo metodo. I diabasi e le porfiriti diabasiche paiono limitati ai dintorni di Edolo e alla Valle di Corteno che va da Edolo al Passo dell'Aprica; per essi è stato fatto un accostamento al magmatismo ofiolitico mesozoico (SCHIAVINATO, 1954) manifestatosi però molto più a nord, entro al dominio delle Pennidi, ove era in atto l'apertura di un fondo oceanico. Anche per questi filoni diabasici rimane aperto il problema dell'età che può essere mesozoica o terziaria, donde l'importanza di poter tentare datazioni assolute su di essi come sui filoni porfiritici. Tra l'altro le datazioni consentirebbero di datare indirettamente e con maggior precisione alcune delle maggiori dislocazioni delle Alpi Orobic, ove siano ben evidenti i rapporti tra dislocazioni e filoni porfiritici: alcuni di questi sono sicuramente posteriori a faglie vicarianti della linea insubrica, secondo LIBORIO e MOTTANA (1969).

L'altro gruppo di filoni di cui deve essere ancora precisata l'età è quello del Biellese, regione ove sono inclusi nel massiccio granitico (ZEZZA, 1973), nel basamento scistoso-cristallino, nelle vulcaniti permiane e nelle unità triassiche e giurassiche dei pressi di Sostegno e sono costituite da « porfiriti quarzoso-biotitiche » e « porfiriti plagioclasiche » (CARRARO, 1967) ora considerate come « filoni andesitici » (CARRARO e FIORA, 1974). Anche per questi filoni è aperto il problema di una maggior precisazione dell'età che è certamente post-liassica, almeno per alcuni di essi e cioè quelli che attraversano rocce liassiche. Ricordiamo infine che anche nelle Alpi Calcaree Settentrionali sono noti filoni lamprofirici (ehrwalditi) di età incerta che attraversano la serie sedimentaria fino al Neocomiano (TROMMSDORFF, 1962).

Conclusioni

È stato possibile datare finora due soli campioni che, come abbiamo visto, sono risultati avere un'età rispettivamente di 117 ± 5 e 148 ± 30 M.A.; da questi dati parrebbe che i filoni e i piccoli stock si siano intrusi in tempi diversi; si potrebbe però ritenere che vi sia stata una certa contemporaneità per le porfiriti di uno stesso tipo (anfiboliche, plagioclasiche e diabasiche) e affermare con una buona approssimazione che l'intrusione della maggior parte delle porfiriti e dei corpi gabbrici e dioritici delle Prealpi Bergamasche sia avvenuta nel Giurassico superiore (?) - Cretaceo inferiore.

Per queste intrusioni delle Prealpi Bergamasche restano poi ancora aperti molti altri problemi, resi ancor più vivi dalle recenti ricerche di DE MICHELE e ZEZZA (1973), come quello relativo alla profondità della loro messa in posto, quello relativo all'origine dei magmi che ad esse han dato luogo (sottocrostali più o meno contaminati? crostali?), quello relativo all'esatta collocazione e all'esatto significato di questa attività magmatica nella storia geologica delle Alpi, quello relativo ai rapporti tra intrusione e piegamento ed infine quello relativo all'eventuale possibile presenza

di un vero e proprio plutone sepolto sotto l'area tra Gaverina, Cene e la Val Gandino, ove la frequenza dei filoni è davvero impressionante. Per quanto riguarda la profondità a cui è avvenuta l'intrusione i dati da noi raccolti ci permettono già di fare qualche considerazione; infatti datazioni di filoni in sicura posizione entro alla serie stratigrafica e intrusi anteriormente al piegamento, ci possono dare indicazioni in questo senso. Così si può calcolare che l'intrusione della porfirite plagioclasica di Gaverina, ubicata alla base dell'Argillite di Riva di Solto e da noi datata, sia avvenuta, nel Cretaceo inferiore, nel sottosuolo di un fondale marino sotto a una coltre di sedimenti di circa 2000 m di spessore, poichè di tale potenza è la serie sedimentaria locale tra l'Argillite di Riva di Solto (Retico) e la Maiolica (Cretaceo inferiore).

Concludendo si può affermare che sarebbe opportuno poter fare datazioni assolute e possibilmente su più filoni e con metodi diversi sui tre principali gruppi di filoni delle Alpi Meridionali occidentali (Prealpi Bergamasche, Alpi Orobie e Biellesi) per poter eventualmente confermare l'esistenza in questa parte delle Alpi di un magmatismo giurassico superiore-cretaceo inferiore e per meglio definirne le modalità e il significato nella evoluzione delle Alpi.

Ringraziamenti

Gli Autori sono grati a D. BERNOULLI, A. MOTTANA e E. PICCIRILLO, per la lettura critica del testo e per le proficue discussioni.

BIBLIOGRAFIA

- ARTINI E. (1904) - *Intorno a una roccia lamprofirica della Val Flesch (Val Seriana)*. Atti Soc. Ital. Sc. Nat., vol. 43, pp. 3-15.
- BERNOULLI D., PETERS T. (1970) - *Traces of rhyolitic-trachytic volcanism in the Upper Jurassic of Southern Alps*. Ecl. Geol. Helv., vol. 63, pp. 609-621.
- BERNOULLI D., PETERS T. (1974) - *Traces of rhyolitic trachytic volcanism in the Upper Jurassic of the Southern Alps: Reply*. Ecl. Geol. Helv., vol. 67, pp. 209-213.
- BÖGEL H. (1975) - *Zur Literatur über die «Periadriatische Naht»*. Verh. Geol. B.-A., 1975, pp. 163-199.
- BOSELLINI A. (1973) - *Modello geodinamico e paleotettonico delle Alpi Meridionali durante il Giurassico-Cretaceo. Sue possibili applicazioni agli Appennini*. Quad. n. 183 Acc. Naz. Lincei, Atti Conv. «Moderne vedute sulla Geologia dell'Appennino», Roma, 16-18 febr. 1972, pp. 163-205.
- CARRARO F. (1967) - *Filoni*. In: *Note illustrat. della Carta Geol. d'Italia*. F.° 43: Biella, p. 31.
- CARRARO F., FIORA L. (1974) - *Studio petrografico e stratigrafico delle tufiti mediotriassiche dei lembi di Crevacuore e di Sostegno (Biellese orientale)*. Riv. Ital. Paleont. Strat., vol. 80, pp. 167-191.
- CASTELLARIN A., FERRARI A. (1972) - *Evoluzione paleotettonica sinsedimentaria del limite tra «Piattaforma veneta» e «Bacino lombardo» a nord di Riva del Garda*. Giorn. Geol., s. 2^a, vol. XXXVIII, pp. 11-212.

- DAL PIAZ G. V., HUNZIKER J. C., MARTINOTTI G. (1972) - *La zona Sesia-Lanzo e l'evoluzione tettonico-metamorfica delle Alpi nord-occidentali interne*. Mem. Soc. Geol. Ital., vol. XI, pp. 433-466.
- DALRYMPLE G. B., LANPHERE M. A. (1969) - *Potassium-Argon Dating*. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- DE ALESSANDRI G. (1903) - *Il Gruppo del Monte Misma (Prealpi Bergamasche)*. Atti Soc. Ital. Sc. Nat., vol. 42, pp. 3-53.
- DE MICHELE V., ZEZZA U. (1973) - *Lo stock leucogabbrico in Valle Rossa (Cene, Bergamo) e la sua aureola metamorfica*. Atti Soc. Ital. Sc. Nat., vol. 114, pp. 345-382.
- DESIO A., VENZO S. (1954) - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. F.° 33: Bergamo, Servizio Geologico d'Italia*.
- DE SITTER L. U., DE SITTER KOOMANS C. M. (1949) - *The Geology of the Bergamasche Alps. Lombardia, Italy*. Leid. Geol. Med., vol. XIV B.
- DE VECCHI G. P., DIENI I. (1970) - *Rettifica al presunto vulcanesimo medio-giurassico nei Lessini veronesi*. Boll. Soc. Geol. Ital., vol. 89, pp. 361.
- DE VECCHI G. P., DIENI I. (1974) - *Il significato del sanidino nei presunti livelli piroclastici neo-giurassici della Valle del Ghelpach (Altopiano di Asiago - Italia Settentrionale)*. Ecl. Geol. Helv., vol. 67, pp. 197-208.
- DEWEY J. F., PITMAN III W. C., RJAN W. B. F., BONNIN J. (1973) - *Plate Tectonics and the Evolution of the Alpine System*. Bull. Geol. Soc. of America, vol. 84, pp. 3137-3180.
- DIENI I., VITERBO C. (1960) - *Porfiriti filoniane di varia età nell'Alta Valle di Daone (Adamello meridionale)*. Rend. Soc. Miner. Ital., a. XVI, pp. 301-325.
- DIENI I., VITERBO C. (1961) - *Rocce filoniane di età triassica nell'Alta Valle di Daone (Adamello meridionale)*. St. Trent. Sc. Nat., a. XXXVIII, pp. 141-172.
- DIERSCHKE V. (1973) - *Paleotectonics, Sedimentation and Volcanics of Late Jurassic Radiolarites in the Northern Calcareous Alps*. Europ. Geophys. Soc. Abstracts First Meeting Zürich, 25-29 sett. 1973.
- FERRARA G., INNOCENTI F. (1974) - *Radiometric age evidences of a triassic thermal event in the Southern Alps*. Geol. Rundschau, vol. 63, pp. 572-581.
- GANSSEER A. (1968) - *The insubric line, a major geotectonic problem*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., vol. 48, pp. 123-143.
- GRAESER S., HUNZIKER J. C. (1968) - *Rb-Sr und Pb-Isotopen-Bestimmungen an Gesteinen und Mineralien der Ivrea-Zone*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., vol. 48, pp. 189-204.
- GRANDJACQUET C., HACCARD D., LORENZ C. (1973) - *Essai de tableau synthétique des principaux événements affectant les domaines alpin et apennin à partir du Trias*. C. R. Soc. Geol., France, a. 1972, pp. 158-163.
- HUCKRIEDE R. (1971) - *Rhyncholiten-Anreicherung (Oxfordium) an der Basis des älteren Radiolarits der Salzburger Kalkalpen*. Geologica Paleontologica, vol. 5, pp. 131-147.
- JÄGER E. (1973) - *Die alpine Orogenese im Lichte der radiometrischen Alterbestimmung*. Ecl. Geol. Helv., vol. 66, pp. 11-21.
- LIBORIO G., MOTTANA A. (1966) - *Lineamenti geologico-petrografici del complesso metamorfico sudalpino nelle Alpi Orobie orientali*. Rend. Soc. Ital. Miner. Petrol., vol. 25, pp. 475-519.
- MCDOWELL F. W., SCHMID R. (1968) - *Potassium-Argon Ages from the Valle d'Ossola Section of the Ivrea-Verbano Zone (Northern Italy)*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., vol. 48, pp. 205-210.
- MOTTANA A. (1966) - *Le porfiriti di Gaverina (Bergamo)*. Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett. (A), vol. 100, pp. 721-746.
- NICOLETTI M., PETRUCCIANI C. (1973) - *The age of alkaline rhyolites of the central eastern ethiopian plateau and the edge of the rift*. Rend. Acc. Naz. Lincei, ser. 8°, vol. 55, pp. 471-476.
- NIGGLI E. (1974) - *Metamorphism and tectonics of the Alps*. 67° Congr. Soc. Geol. Ital., Parma, 27-31 ott. 1974, 5 pp.

- PATRINI P. (1928) - *Il Monte Altino (Prealpi Bergamasche)*. La Geografia, 1928, pp. 172-178.
- SEMENZA E. (1974) - *La fase giudicariense, nel quadro di una nuova ipotesi sull'orogenesi alpina nell'area italo-dinarica*. Mem. Soc. Geol. Ital., vol. XIII, pp. 187-226.
- SCHIAVINATO G. (1954) - *Sulle rocce diabasiche comprese negli scisti di Edolo in Val Camonica (Lombardia)*. Rend. Soc. Miner. Ital., a. XI, pp. 30.
- SCHIAVINATO G. (1972) - *Plutonismo e vulcanismo sul versante italiano delle Alpi centrali e orientali*. Atti Acc. Naz. Lincei, s. 8, Rend. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., vol. 52, pp. 523-538.
- STURANI C. (1969) - *Intercalazioni di vulcaniti medio-giurassiche nel « Rosso ammonitico » dei Lessini veronesi*. Boll. Soc. Geol. Ital., vol. 88, pp. 589-601.
- TROMMSDORFF V. (1962) - *Über Lamprophyre aus den nördlichen Kalkalpen (Ehrwaldit)*. Tschermaks Min. Petr. Mitt., vol. 8, pp. 281-325.
- TRÜMPHY R. (1973) - *L'évolution de l'orogénèse dans les Alpes Centrales: Interprétation des données stratigraphiques et tectoniques*. Ecl. Geol. Helv., vol. 66, pp. 1-10.
- VACHÉ R. (1966) - *Ricerche microstratigrafiche sul « Metallifero » di Gorno (Prealpi Bergamasche)*. Riv. Ital. Paleont. Strat., vol. 72, pp. 53-146.
- ZEZZA U. (1973) - *Filoni di porfirite nel granito del Biellese*. Atti Soc. Ital. Sc. Nat., vol. 114, pp. 383-395.