

(***) Lavoro eseguito con fondi M.P.I. 40%, (Resp. Prof. G. Giglia) e pubblicato dal Centro di Studio per la Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino, C.N.R., Pisa.

morfica di questo gruppo montuoso, sia all'acquisizione di ulteriori conoscenze di carattere stratigrafico e paleogeografico.

Tali ricerche si sono sviluppate sulla base del rilevamento geo-strutturale del Complesso Metamorfico Apuano («Autoctono» *Auctt.*, Unità di Massa e «Unità delle Panie» *Auctt.*) e delle porzioni inferiori delle sovrastanti unità alloctone.

Questa indagine ha interessato anche il basamento pre-triassico estesamente affiorante a nucleo delle principali strutture terziarie apuane. In esso è stato così possibile individuare e cartografare delle unità litostratigrafiche informali principali: alcune già note in letteratura, altre di nuova proposizione.

L'analisi dei reciproci rapporti giacitureali tra tali unità (cui si aggiungono non poche osservazioni sulle primitive relazioni tra i vari litotipi e alcuni chiari dati sedimentologici) e il loro confronto con formazioni litologicamente assai simili delle successioni paleozoiche della Sardegna centro-meridionale (CARMIGNANI *et alii*, 1977; BAGNOLI *et alii*, 1978, 1980; VAI, 1978; VAI e COCOZZA, 1986) hanno permesso di ricostruire l'originaria successione litostratigrafica del basamento paleozoico apuano (GATTIGLIO e MECCHERI, in stampa), che dal basso verso l'alto risulta costituito da:

- Filladi inferiori (BARBERI e GIGLIA, 1966) (Cambriano?-Ordoviciano?);
- Porfiroidi e scisti porfirici (BARBERI e GIGLIA, 1966) (Ordoviciano?);
- Metarenarie, quarziti e filladi (GATTIGLIO e MECCHERI, in stampa) corrispondenti a parte delle «Filladi superiori» di BARBERI e GIGLIA, 1966) (Ordoviciano superiore?);
- Filladi grafitiche con liditi (GATTIGLIO e MECCHERI, in stampa); Dolomie ad *Orthoceras* e calcari dolomitici (GIGLIA, 1967); Calcescisti e calcari rossi nodulari (GATTIGLIO e MECCHERI, in stampa) (Siluriano-Devoniano inferiore: BAGNOLI e TONGIORGI, 1980).

Il rilevamento geo-strutturale ha inoltre permesso di fornire indicazioni preliminari sulla tetto-genesi ercinica del basamento apuano e di descriverne il coinvolgimento nell'evoluzione tettono-metamorfica alpina. La presenza di deformazioni sinmetamorfiche erciniche e la natura polimetamorfica e policiclica del complesso paleozoico sono state confermate a tutte le scale (cartografica, mesoscopica e microscopica: CONTI *et alii*, in stampa): in ogni tipo litologico è infatti possibile individuare relitti di almeno una superficie sinmetamorfica precedente la tettonica alpina.

Tra le unità litostratigrafiche suindicate, le Filladi inferiori rappresentano quella arealmente più importante. Sono costituite da monotone alternanze di vari tipi litologici, i più comuni dei quali sono

filladi, filladi quarzitiche e quarziti più o meno filladiche: l'associazione più frequente ed estesa è data da alternanze, da millimetriche a centimetriche, di letticelli quarzosi e filladici in rapporti variabili.

Alla scala dell'affioramento è ancora possibile riconoscere livelli a dominante quarzitica o filladica dello spessore medio di alcuni decimetri, alternati a banchi di quarziti che possono raggiungere spessori di qualche metro. Queste alternanze composizionali rappresentano verosimilmente l'originaria stratificazione, anche in considerazione del fatto che non è raro incontrare nei banchi di quarziti relitti di strutture sedimentarie come laminazioni incrociate e gradazioni.

In base a questi relitti, alla verificata diffusione di originarie alternanze arenaceo-pelitiche e al confronto litologico con complessi metarenacei del Paleozoico sardo di analoga posizione litostratigrafica, le Filladi inferiori possono rappresentare primitivi sedimenti torbidity bacinale (GATTIGLIO *et alii*, in stampa).

Nelle Filladi inferiori sono contenuti numerosi corpi di rocce di origine magmatica, noti in letteratura come «gneiss albitici» (BARBERI, GIGLIA, 1966) e come «Metabasiti della Valle del Giardino» (BAGNOLI *et alii*, 1980).

In affioramento sono rocce ben distinguibili dai comuni litotipi della formazione ospite, grazie al loro aspetto generalmente più massiccio e al colore verde più o meno intenso.

La prima segnalazione dell'esistenza, nel basamento pre-triassico, di metamorfiti derivate da originarie rocce magmatiche basiche, o da sedimenti generati dal loro smantellamento, si trova nel fondamentale lavoro petrografico di BONATTI (1938). Egli le considerava stratigraficamente al di sopra dell'insieme dei «Porfiroidi inferiori» e le distingueva in:

- a) rocce di origine magmatica: «gneiss porfirico ad ortoclasio», «gneiss porfiroide a clorite ed epidoto», «gneiss porfirico ad epidoto»;
- b) rocce di origine sedimentaria: «scisti gneissici cloritici a feldspato alcalino», «scisto gneissico a clorite».

Queste litologie vengono successivamente segnalate da ELTER *et alii* (1966) che riconoscono nel basamento dell'«Autoctono apuano», indicato come «Verrucano s.l.», una formazione filladica inferiore caratterizzata da «... alcune lenti di gneiss albitici e di quarziti sericitiche ad albite...», distinguibili «... dalla restante massa filladica per l'aspetto più massiccio».

Questa definizione delle rocce in esame è ripresa da BARBERI, GIGLIA (1966): essi ne descrivono la giacitura in lenti intercalate nel-

le Filladi inferiori e la varietà di composizione mineralogica. Tuttavia, in base ad evidenze chimiche e petrografiche, questi autori escludono la loro derivazione da originari materiali vulcanici, proponendone la genesi da primitivi sedimenti pelitico-psammitici: il relativamente alto contenuto di Na in queste rocce viene giustificato con una primaria abbondanza di questo elemento nella roccia originaria.

La natura vulcanogenica di queste intercalazioni viene riproposta da BAGNOLI *et alii* (1980), che per la prima volta usano la dizione «Metabasiti della Valle del Giardino» per indicare gli «gneiss albitici» di BARBERI e GIGLIA (1966); essi propongono per queste rocce, e per le Filladi inferiori che le contengono, un'età Ordoviciano-Siluriano medio.

GIANELLI e PUXEDDU (1980) confermano la natura magmatica di queste rocce. Essi forniscono infatti una caratterizzazione geochemica delle rocce paleozoiche apuane e affermano che il «Gruppo delle Filladi inferiori» è costituito da filladi, metabasiti e metagrovacche: l'origine vulcanica delle metabasiti viene suggerita su base petrografica in virtù delle frequenti tessiture blastofitiche e dell'abito aciculare, talvolta conservato, di cristalli di apatite.

Dall'indagine geochemica di GIANELLI e PUXEDDU risulta che le metabasiti apuane vanno riferite a originari basalti di intraplacca (WPB) ad affinità debolmente tholeiitica; inoltre esse sono confrontate con analoghi litotipi rinvenuti nel complesso minerario di Niccioletta (Toscana meridionale), per i quali viene riconosciuto il carattere di WPB ad affinità leggermente alcalina. I sopracitati autori ritengono inoltre che le metabasiti vadano riferite a un ambiente di tipo continentale.

Una più estesa presentazione di dati geochemici viene fornita da PUXEDDU *et alii* (1984) in uno studio relativo alle correlazioni stratigrafiche tra i vari termini del basamento toscano.

Il più recente lavoro sull'argomento è quello svolto da uno degli scriventi (VIETTI, 1987, tesi di laurea inedita), che ha realizzato il rilevamento delle metabasiti collocandole nel quadro strutturale alpino e fornendo nuovi dati geochemici. Di seguito vengono illustrati i risultati di questo studio e delle indagini successive.

CARATTERI GEOLOGICI DELLE METABASITI

Le metabasiti affiorano principalmente nella Valle del Giardino (Fig. 1), ma sono presenti in quantità minore anche al di fuori di quest'area.

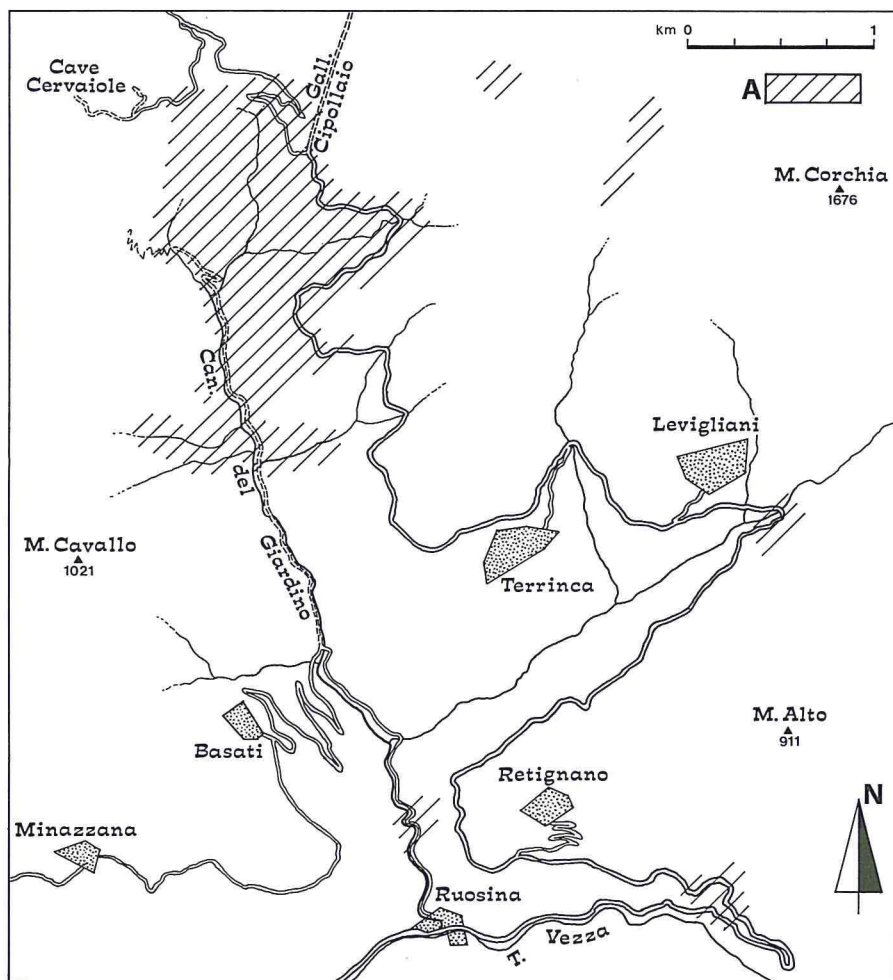


Fig. 1 - Indicazione delle principali aree di affioramento delle metabasiti di Valle del Giardino (A).

Esse formano affioramenti allungati fino ad alcune decine di metri e con spessore massimo di qualche metro. L'unica eccezione è rappresentata dall'affioramento che si trova tra Colle Cipollaio e il contrafforte meridionale di M. Altissimo, alla testata della Valle del Giardino: esso è tagliato in senso trasversale dalla strada di arroccamento alle Cave Cervaiole e mostra dimensioni di alcune centinaia di metri.

In campagna si riconoscono tre principali tipi di metabasite:

- 1) rocce omogenee e massive di colore verde o grigio-verde, in cui

- la principale scistosità alpina (S_1) è scarsamente evidente (anche se l'analisi microscopica ne rivela la pervasività);
- 2) rocce di colore verde chiaro e con scistosità ben sviluppata, costituite da sottili alternanze di letticelli chiari a composizione quarzoso-plagioclasica con altri cloritici;
 - 3) rocce costituite da una massa fondamentale verdastra in cui è ben riconoscibile un layering metamorfico prealpino, rappresentato in genere da sottili letticelli essenzialmente cloritici alternati ad altri a plagioclasio e quarzo, a volte ricchi di carbonati.

In affioramento le metabasiti costituiscono corpi litoidi in genere appiattiti parallelamente alla principale scistosità alpina (S_1) e che questo è frutto della deformazione sviluppata dal primo evento tettono-metamorfico terziario. Risulta quindi necessario avere una chiara visione del ruolo giocato da questo episodio deformativo prima di discutere il significato primario delle metabasiti e i loro rapporti con le rocce che le contengono. A tale scopo si rimanda alla vasta letteratura relativa all'area apuana (CARMIGNANI *et alii*, 1978, 1980; BOCCALETTI e GOSSO, 1980; CARMIGNANI e GIGLIA, 1983, 1984; TUCCI, 1980; DI PISA *et alii*, 1985).

Come in tutte le litologie del basamento paleozoico apuano, anche nelle metabasiti è spesso visibile un layering metamorfico, precedente la prima deformazione alpina, acquisito durante l'orogenesi ercinica. La complicazione tettonica prodotta dalla sovrapposizione dei due eventi orogenetici (ercinico ed alpino) quasi ovunque provoca l'obliterazione dei rapporti primari tra le Filladi inferiori e le metabasiti. Per capire questi rapporti occorre quindi procedere a ritroso, sottraendo le deformazioni alpine e cercando situazioni univoche in cui tali rapporti siano stati in qualche modo preservati durante le successive modificazioni tettoniche e metamorfiche. In questo modo sono state riconosciute giaciture di tipo intrusivo (Fig. 2) e altre, parallele alla S_1 di dubbia interpretazione.

Nel primo caso è possibile fare altre osservazioni a proposito dei rapporti angolari tra l'originaria stratificazione delle Filladi inferiori e la superficie metamorfica ercinica (S_e), in genere riconoscibile per tratti sufficientemente lunghi. La S_e può coincidere con la stratificazione (anche se l'effetto della tettonica alpina impedisce di apprezzare piccoli angoli tra le due superfici), oppure può essere discordante sia rispetto ad essa, sia rispetto al limite metabasite/Filladi inferiori (è proprio il caso della Fig. 2); le due situazioni dimostrano che quel contatto litologico rappresenta il vero rapporto pri-

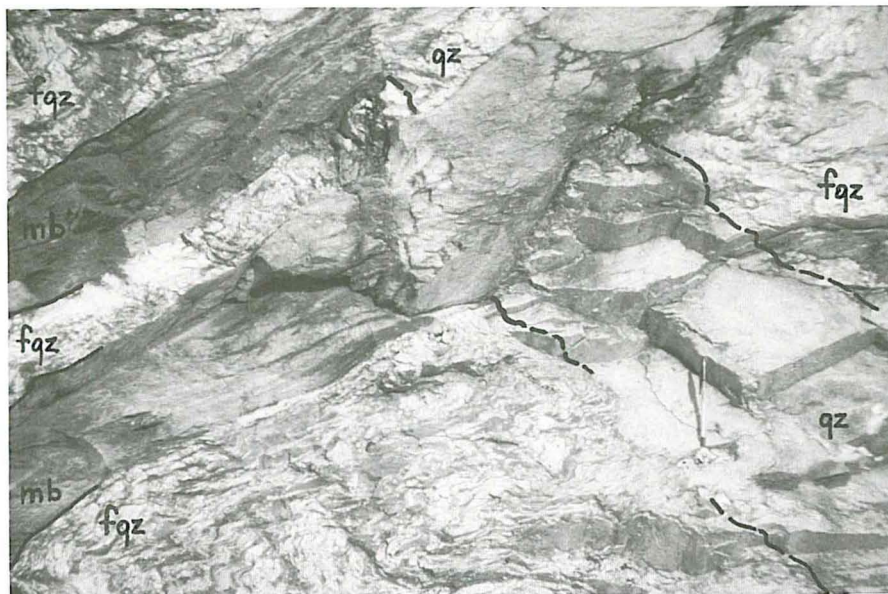


Fig. 2 - Rapporti giaciturali tra metabasiti e Filladi inferiori: «qz» - livello di quarziti scarsamente filladiche; «fqz» - filladi quarzose; «mb» - metabasiti. Da un affioramento lungo la strada da Pian di Lago a Fociomboli.

mario tra l'originaria roccia basica e la formazione arenaceo-pelitica.

In sintesi, dall'indagine di campagna risulta che almeno alcuni affioramenti di metabasiti esibiscono ancora oggi un carattere intrusivo di tipo filoniano.

Invece nei casi in cui gli eventi deformativi hanno oblitterato i rapporti primari non è possibile fare una deduzione diretta, in affioramento, del significato geologico originale di queste metabasiti.

Indizi di varia natura rendono però possibili alcune ipotesi anche per i casi di incertezza. Per esempio, quando le metabasiti assumono l'aspetto di «intercalazioni» parallele alla probabile stratificazione delle Filladi inferiori, è inevitabile il sospetto di una loro possibile giacitura primaria di tipo effusivo.

Situazioni di questo genere sono state descritte da BAGNOLI *et alii* (1978, 1980) nella zona di Boccheggiano, in Toscana meridionale, ove sono presenti litotipi (dagli autori correlati con le Filladi inferiori apuane) entro cui si trovano intercalazioni di rocce basiche metamorfiche.

La nostra indagine si è sviluppata partendo da un esame dettagliato di campagna corredato dallo studio petrografico dei campioni. Si è così constatato che gruppi di metabasiti con identiche carat-

teristiche giaciturali presentano anche analoghe caratteristiche tessiturali. Dall'indagine microscopica sono infatti individuabili due principali famiglie tessiturali: una di tipo blastofitico, l'altra di tipo blastoporfirico. In tal modo è stato possibile riconoscere nelle metabasiti alcune chiare corrispondenze tra caratteristiche giaciturali, tessiturali e, come vedremo più avanti, anche geochimiche.

CARATTERI PETROGRAFICI DELLE METABASITI

Come già detto, queste rocce mostrano in generale un colore verde o grigio/verdastro e una foliazione (riferibile alla S_1 alpina) più o meno pervasiva a seconda della loro variabile competenza relativa. La grana è per lo più omogenea all'interno di ogni singolo affioramento.

In sezione sottile si possono distinguere due principali motivi tessiturali: blastoporfirico e blastofitico. Si è constatato che tutte le metabasiti cui è possibile attribuire una giacitura filoniana, e solo quelle, presentano quest'ultimo tipo di tessitura: abbiamo pertanto seguito questa distinzione nella descrizione delle caratteristiche microscopiche.

1) *Metabasiti a tessitura blastoporfirica (MBP)*

Caratteristica è la presenza di porfiroclasti di plagioclasio (Fig. 3), di taglia media millimetrica ma con individui fino a 4 mm., variamente orientati e talvolta con un antico abito proprio, distribuiti in una massa fondamentale scistosa (S_1 alpina) a grana minuta e costituita da clorite + plagioclasio + epidoto $\pm$ carbonato ferriero $\pm$ mica bianca $\pm$ quarzo neoblastico. Sempre abbondante è l'ilmenite, distribuita omogeneamente in bacchette per lo più sostituite da leucoxene. A tratti si riconoscono ancora relitti di anisotropie strutturali pre-alpine.

Queste rocce sono state rinvenute esclusivamente come intercalazioni all'interno delle Filladi inferiori. Con la stessa giacitura si trovano anche corpi a struttura finemente listata corrispondente ad alternanze composizionali cloritico-epidotiche e quarzo-plagioclastiche, con quantità variabili di calcite, comunque piuttosto abbondante.

Questa alternanza descrive pieghe isoclinali riconducibili al primo evento deformativo alpino ed è pertanto acquisita in precedenza.

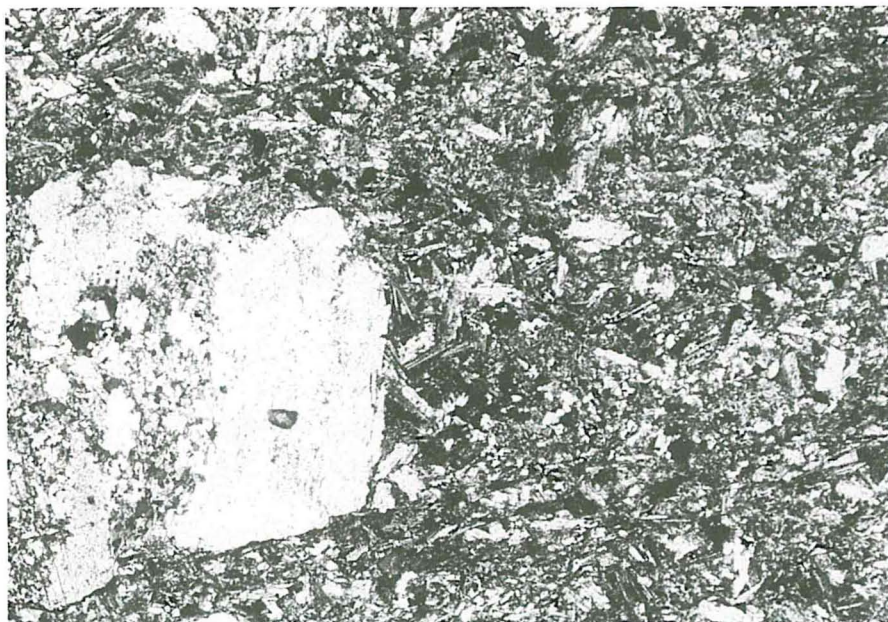


Fig. 3 - Esempio di tessitura blastoporfirica nelle metabasiti intercalate nelle Filladi inferiori di Valle del Giardino. + nicols, 35 $\times$.

Caratteristiche di questo tipo non sembrano riferibili ad originari corpi francamente magmatici ma piuttosto a probabili prodotti di rimaneggiamento (metagrovacche vulcaniche).

2) *Metabasiti a tessitura blastofitica (MBO)*

Rivelano una prevalente presenza di plagioclasio in cristalli equidimensionali di grana media (Fig. 4), spesso isorientati per cause tettoniche, in una massa fondamentale cloritico-epidotica con quantità accessorie di opachi, mica bianca, calcite e quarzo neoblastico. Il quarzo è stato talvolta rinvenuto in porfiroclasti millimetrici dai bordi lobati.

Anche in queste rocce si osservano relitti di anisotropie strutturali pre-alpine.

CARATTERI GEOCHIMICI DELLE METABASITI

Uno degli interrogativi principali che ci siamo posti nella scelta dei campioni cui attribuire un significato geochimico, ha riguardato



Fig. 4 - Esempio di tessitura blastoporica nelle metabasiti a giacitura filoniana di Valle del Giardino. + nicols, 25 $\times$.

l'effettiva appartenenza delle rocce prese in esame a corpi francamente magmatici.

Nel caso delle metabasiti MBO, il loro carattere filoniano e la spiccata omogeneità tessiturale dei diversi campioni ci sembrano chiare indicazioni della loro primaria natura magmatica.

Per le metabasiti MBP invece, la non univoca attribuzione giaciturale e la presenza di termini tipo metagrovacche in posizione apparentemente simile sono elementi che impongono una maggior cautela. In questo caso ci è sembrato giusto affidarci a discriminanti quali il riconoscimento di una tessitura blastoporica, la sua omogenea distribuzione in affioramento e la presenza di diffusa ilmenite.

I dati relativi ai campioni così ritenuti rappresentativi, ricavati per fluorescenza X secondo il metodo proposto da FRANZINI *et alii* (1975) e LEONI e SAIITA (1976), sono riportati in Tab. 1.

Nel diagramma di Fig. 5, che utilizza elementi ritenuti immobili o scarsamente mobili nel corso dei processi metamorfici e/o di alterazione per la definizione dell'affinità petrogenetica delle rocce magmatiche basiche e dei loro differenziati (WINCHESTER e FLOYD, 1976, 1977), sono riportati i due tipi di metabasiti. Le diversità giaciturali e tessiturali che li caratterizzano trovano riscontro nella distribu-

TAB. 1. - *Analisi chimiche delle metabasiti di Valle del Giardino (analista M. Menichini, Dip. Sc. Terra, Un. Pisa).*

	METABASITI A TESSITURA BLASTOFITICA (MBO)										METABASITI A TESSITURA BLASTOPORFIRICA (MBP)									
	R 3-31	T 4-82	T 7-35	R 3-33	R 3-34	T 4-93	T 4-76	T 4-8	R 3-1		R 3-4	T 4-78	T 4-75	T 4-74	T 4-50	C	B	A	R 3-52	
SiO ₂	59.70	57.83	57.78	57.03	56.49	56.30	56.07	55.67	54.44		50.13	49.41	46.71	46.25	42.87	42.24	42.10	41.74	41.07	
TiO ₂	0.96	1.06	0.90	1.08	1.24	0.84	0.96	0.92	0.91		1.72	2.12	1.87	1.75	1.42	1.51	1.71	1.50	1.59	
Al ₂ O ₃	16.87	17.81	16.26	17.95	16.83	15.90	16.62	15.85	16.11		17.29	17.79	17.39	15.71	15.37	15.79	15.02	15.57	15.67	
Fe ₂ O ₃	8.22	8.74	7.89	8.17	9.67	6.77	8.54	6.94	8.42		11.47	11.98	12.41	12.18	10.89	11.33	12.23	11.15	12.91	
MnO	0.09	0.07	0.11	0.12	0.11	0.09	0.13	0.11	0.13		0.16	0.10	0.12	0.19	0.17	0.16	0.18	0.16	0.18	
MgO	4.06	4.40	4.89	5.43	4.99	2.89	3.89	3.19	4.37		8.46	9.14	9.94	7.33	7.98	8.97	8.01	8.95	10.10	
CaO	0.81	0.77	2.26	0.80	1.43	4.03	3.12	4.12	4.57		1.38	0.57	2.29	5.36	8.31	7.58	8.31	8.11	6.65	
Na ₂ O	6.15	5.16	4.68	4.72	5.62	4.90	5.98	5.12	5.01		4.78	3.49	3.34	3.86	2.62	2.91	3.49	2.92	3.16	
K ₂ O	0.23	0.94	0.72	0.93	0.16	1.37	0.31	1.46	0.40		0.05	0.30	0.23	0.23	0.68	0.35	0.04	0.29	0.02	
P ₂ O ₅	0.52	0.46	0.45	0.41	0.63	0.42	0.53	0.40	0.59		0.28	0.34	0.39	0.40	0.33	0.36	0.45	0.36	0.28	
P.P.C.	2.38	2.75	4.05	3.37	2.83	6.50	3.85	6.23	5.06		4.29	4.76	5.31	6.74	9.36	8.79	8.46	9.24	8.37	
Nb ppm	19	19	18	17	16	17	20	17	17		26	32	39	38	29	29	32	28	23	
Zr	387	373	358	348	366	340	409	348	331		260	288	328	335	259	259	279	253	204	
Y	35	36	32	32	36	31	36	32	32		27	30	35	37	30	28	35	30	25	
La	29	31	25	21	29	22	31	21	28		16	18	21	23	17	17	19	16	13	
Ce	72	71	58	56	69	57	69	56	69		37	41	47	53	36	43	45	39	32	
Ni	18	22	15	18	22	18	19	18	—		115	137	104	105	136	—	—	—	226	
Cr	27	34	26	23	24	22	27	23	—		136	168	99	91	123	—	—	—	212	
V	118	124	110	103	137	103	115	103	—		184	195	188	166	163	—	—	—	161	
Sr	136	143	131	166	189	143	149	166	165		140	91	154	147	352	345	407	334	392	
Rb	16	41	30	57	13	58	18	57	16		7	21	14	14	32	12	2	11	7	
Ba	62	179	128	272	64	260	75	272	—		25	138	106	83	230	—	—	—	15	

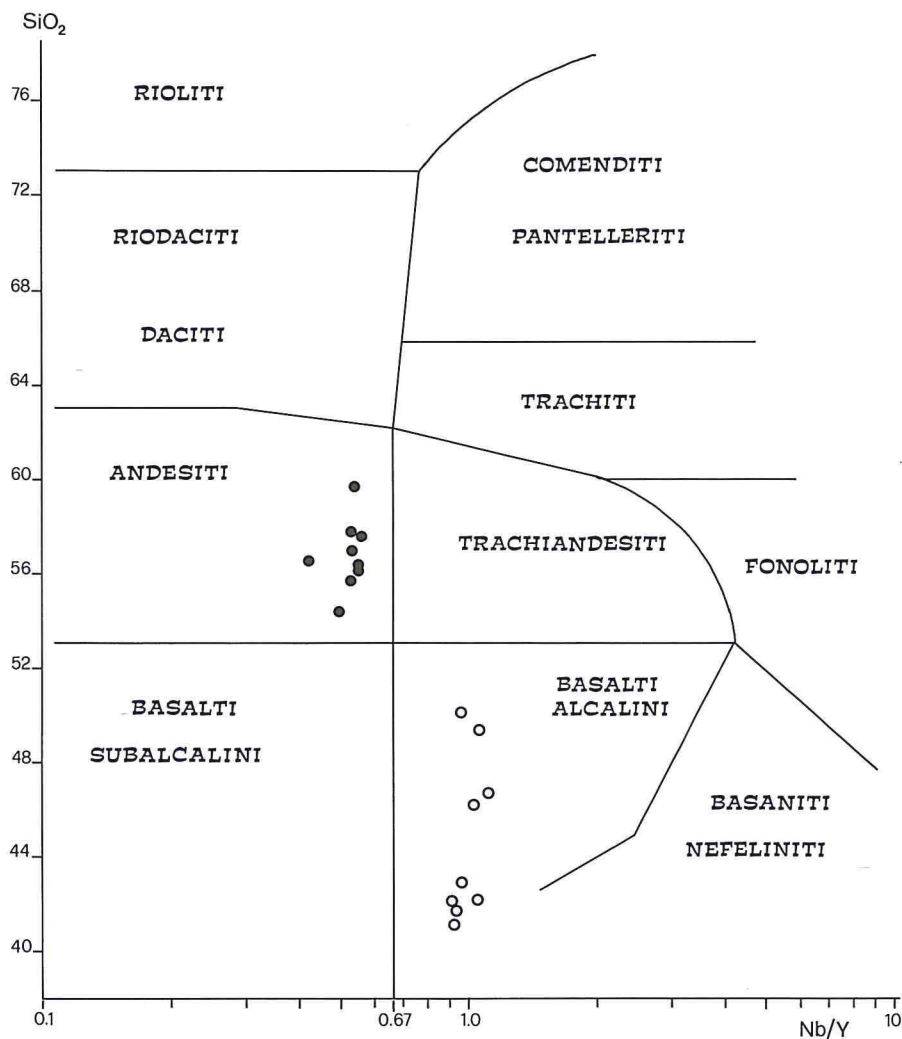


Fig. 5 - Diagramma SiO₂ - Nb/Y per le metabasiti di Valle del Giardino. Da WINCHESTER, FLOYD, 1977.

Cerchi pieni = metabasiti MBO

Cerchi vuoti = metabasiti MBP.

zione dei dati in due famiglie, ben distinguibili per la buona compattezza dei rispettivi raggruppamenti e per la diversa tendenza dell'affinità petrogenetica: i MBO a debole affinità subalcalina, le MBP a debole affinità alcalina.

CONCLUSIONI

Le metabasiti di Valle del Giardino sono raggruppabili in due famiglie distinte per caratteri giaciturali, tessiturali e geochemici.

Il carattere genericamente transizionale delle due famiglie potrebbe suggerire una loro comune origine spazio-temporale, ma questa eventualità non sembra realistica. Basta infatti ricordare che le metabasiti MBO formano alcuni affioramenti, con la medesima giacitura intrusiva, anche all'interno dei Porfiroidi e scisti porfirici, ritenuti dell'Ordoviciano medio (GATTIGLIO e MECCHERI, 1986; GATTIGLIO *et alii*, 1987; DI PISA *et alii*, 1988): devono quindi appartenere ad un ciclo magmatico quanto meno dell'Ordoviciano sup.-Siluriano, se non addirittura più recente.

Non ci sarebbe così attinenza genetica tra metabasiti MBO e MBP, essendo queste ultime rappresentate da probabili prodotti vulcanici effusivi e/o da loro rimaneggiati, di presunta età cambro-ordoviciano inf. (come le Filladi inferiori che le contengono).

GIANELLI e PUXEDDU (1980) avevano già proposto la stessa distinzione geochemica per le rocce basiche metamorfiche del basamento ercinico toscano; in particolare essi definivano le metabasiti intercalate nelle Filladi inferiori apuane come debolmente tholeiitiche, quelle invece segnalate nella Formazione di Boccheggiano (Toscana meridionale) come debolmente alcaline.

Nello stesso anno BAGNOLI *et alii* hanno proposto un'età siluriana per entrambi i complessi, non escludendo che sotto la denominazione «Formazione di Boccheggiano» possano essere comprese anche rocce più antiche.

Con il presente lavoro si intende quindi segnalare all'interno del basamento ercinico apuano la concomitante presenza di due suites di metamorfiti basiche, che differiscono per affinità, per età e probabilmente per significato geodinamico.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano il Prof. C.A. Ricci per la lettura critica del manoscritto e per gli utili suggerimenti.

BIBLIOGRAFIA

- BAGNOLI G., GIANELLI G., PUXEDDU M., RAU A., SQUARCI P., TONGIORGI M. (1978) - The Tuscan Paleozoic: a critical review. In: Tongiorgi M. (Ed.) - Report on the Tuscan Paleozoic Basement. C.N.R. International Report on the «Progetto Finalizzato Energetica - Sottoprogetto Energia Geotermica», 9-26, Pisa.

- BAGNOLI G., TONGIORGI M. (1980) - New fossiliferous Silurian (Mt. Corchia) and Devonian (Monticiano) layers in the Tuscan Paleozoic. *Mem. Soc. Geol. It.*, **20**, 301-313.
- BAGNOLI G., GIANELLI G., PUXEDDU M., RAU A., TONGIORGI M. (1980) - A tentative stratigraphic reconstruction of the Tuscan Paleozoic Basement. *Mem. Soc. Geol. It.*, **20**, 99-116.
- BARBERI F., GIGLIA G. (1966) - La serie scistosa basale dell'autoctono delle Alpi Apuane. *Boll. Soc. Geol. It.*, **84**, 41-92.
- BOCCALETTI M., GOSSO G. (1980) - Analisi della deformazione plicativa e rapporti con lo sviluppo della blastesi metamorfica nell'area di Campo Cecina - M. Pisanino delle Alpi Apuane settentrionali. *Mem. Soc. Geol. It.*, **21**, 101-110.
- BONATTI S. (1938) - Studio petrografico delle Alpi Apuane. *Mem. Descr. Carta Geol. Italia*, **26**, 1-116.
- CARMIGNANI L., RAU A., SQUARCI P., TONGIORGI M., VAI G.B. (1977) - Le successioni paleozoiche-triassiche della Sardegna centrale e dell'«Autoctono» apuano: analogie e possibili correlazioni. In: Vai G.B. (Ed.) - Escursione in Sardegna 1977. Risultati e commenti. *G.P.L.*, Suppl. **2**, 11-14.
- CARMIGNANI L., GIGLIA G., KLIGFIELD R. (1978) - Structural evolution of the Apuane Alps: an example of continental margin deformation in the Northern Apennines, Italy. *Journ. Geol.*, **86**, 487-504.
- CARMIGNANI L., GIGLIA G. (1983) - Il problema della doppia vergenza sulle Alpi Apuane e la struttura di M. Corchia. *Boll. Soc. Geol. It.*, **26**, 515-525.
- CARMIGNANI L., GIGLIA G., KLIGFIELD R. (1980) - Nuovi dati sulla zona di taglio ensialica delle Alpi Apuane. *Mem. Soc. Geol. It.*, **21**, 93-100.
- CARMIGNANI L., GIGLIA G. (1984) - «Autoctono Apuano» e Falda Toscana: sintesi dei dati e interpretazioni più recenti. In: *Cento anni di geologia italiana*. Vol. giub. I° Centenario della Soc. Geol. It., Bologna, 199-214.
- CONTI P. (1987) - Studio geologico di un settore del complesso metamorfico basale delle Alpi Apuane: la valle del T. Serra e di Strettoia. Tesi di laurea, Fac. Scienze M.F.N., Univ. Pisa (inedita).
- CONTI P., GATTIGLIO M., MECCHERI M. (1988) - The overprint of the Alpine tectono-metamorphic evolution on the Hercynian Orogen: an example from the Apuane Alps (Northern Apennines, Italy). *Tectonophysics* (in stampa).
- DI PISA A., FRANCESCHELLI M., LEONI L., MECCHERI M. (1985) - Regional variations of the metamorphic temperature across the Tuscanid I Unit and its implications on the alpine metamorphism (Apuan Alps, N. Tuscany). *N. Jb. Miner. Abh.*, **151**, 197-211.
- DI PISA A., GATTIGLIO M., MECCHERI M. (1988) - Le unità metamorfiche di basso grado della Calabria (Unità di Bocchigliero e Paleozoico di Stilo-Bivongi): considerazioni strutturali e analogie con l'Ercinico sardo e toscano. *Rend. Soc. Geol. It.*, in stampa.
- ELTER P., GIGLIA G., RAU A., TONGIORGI M. (1966) - Il Verrucano della Verruca (Monti Pisani) nel quadro delle serie del Carbonifero, del Permiano e del Trias della Toscana settentrionale. Atti del Symposium sul Verrucano, *Soc. Tosc. Sc. Nat.*, 3-33, Pisa.

- FRANZINI M., LEONI L., SAITTA M. (1975) - Revisione di una metodologia analitica per fluorescenza X, basata sulla correzione completa degli effetti di matrice. *Rend. Soc. Ital. Min. Petr.*, **31**, 365-378.
- GATTIGLIO M. (1988) - Confronti tra il basamento ercinico sardo ed il basamento paleozoico delle Alpi Apuane. Tesi di dottorato in Sc. d. Terra, Pisa (inedita).
- GATTIGLIO M., MECCHERI M. (1987) - Preliminary considerations on the lithostratigraphic succession of the Apuane Alps Paleozoic Basement. *IGCP Projet n. 5, Newsletter*, in stampa.
- GATTIGLIO M., MECCHERI M., TONGIORGI M. (1988) - Geotraverse B in Central Italy (SCF - Stratigraphic Correlation Form): new data from the Tuscan Paleozoic Basement. *Boll. Soc. Geol. It.* (in stampa).
- GIANELLI G., PUXEDDU M. (1980) - An attempt at classifying the Tuscan Paleozoic: geochemical data. *Mem. Soc. Geol. It.*, **20**, 435-446.
- GIGLIA G. (1967) - Geologia dell'alta Versilia settentrionale (tav. M. Altissimo). *Mem. Soc. Geol. It.*, **6**, 67-95.
- LEONI L., SAITTA M. (1976) - X-ray fluorescence analysis of 29 trace elements in rock and mineral standards. *Rend. Soc. It. Min. Petr.*, **32** (2), 497-510.
- PUXEDDU M., SAUPÈ F., DECHOMETS R., GIANELLI G., MOINE B. (1984) - Geochemistry and stratigraphic correlations - Application to the investigation of geothermal and mineral resources of Tuscany, Italy (Contribution to the knowledge of the Ore Deposits of Tuscany, II). *Chem. Geol.*, **43**, 77-113.
- TUCCI P. (1980) - Le metamorfiti della «serie scistosa basale» del M. Corchia (Alpi Apuane). *Per. Mineral.*, **49**, 57-148.
- VAI G.B. (1978) - Tentative correlation of Paleozoic rocks, Italian Peninsula and Islands. *Oest. Ak. Wiss. Schrift. Erdw. Kom.*, **3**, 313-329.
- VAI G.B., COCOZZA T. (1986) - Tentative schematic zonation of the Hercynian chain in Italy. *Bull. Soc. Geol. France, Sez. 8*, **2** (1), 95-114.
- VIETTI N. (1987) - Il basamento paleozoico delle Alpi Apuane nella Valle del Giardino e zone limitrofe. Tesi di laurea, Fac. Scienze M.F.N., Univ. Pisa (inedita).
- WINCHESTER J.A., FLOYD P.A. (1976) - Geochemical magma type discrimination: application to altered and metamorphosed basic igneous rocks. *Earth. Plan. Sc. Lett.*, **28**, 459-469.
- WINCHESTER J.A., FLOYD P.A. (1977) - Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chem. Geol.*, **20**, 325-343.

(ms. pres. il 10 ottobre 1988; ult. bozze il 31 dicembre 1988)