

IL COMPLESSO OCCHIADINICO DEL MESSINESE E RELATIVE BIOTITI: ANALISI STATISTICA DELLE VARIABILITÀ PETROCHIMICHE E CRISTALLOCHIMICHE

PIERO ATZORI, ANTONINO LO GIUDICE

Istituto di Scienze della Terra dell'Università, Corso Italia 55, 95129 Catania

RIASSUNTO. — Nell'area del Messinese affiorano gneiss occhiadini intercalati alla formazione dei paragneiss e micascisti della catena peloritana. Le caratteristiche geo-petrografiche, petrochimiche e mineralogiche dell'intero complesso sono state oggetto di precedenti lavori. Vengono adesso verificate con metodi statistici (componenti principali, analisi discriminante, correlazione canonica) le conclusioni dei suddetti lavori e precisati alcuni aspetti in precedenza trascurati. Lo studio statistico ha confortato le precedenti ricerche confermando: *a*) l'esistenza di « trends » evolutivi magmatici in seno agli gneiss occhiadini; *b*) schemi di variazione primaria di tipo sedimentario per i paragneiss in lembi ed intercalati agli gneiss occhiadini; *c*) schemi di variabilità cristallogchimiche diverse nelle biotiti in funzione dei litotipi di provenienza. Fra le biotiti dei diversi litotipi esistono inoltre diversità cristallogchimiche significative che risultano correlate con il chimismo delle rocce di appartenenza.

ABSTRACT. — In the Messina area (Sicily) augen-gneisses interlayered in the paragneiss-micaschist formation of the Peloritani range crop out. The geo-petrologic, chemical and mineralogical features of the whole sequence have been analyzed in previous papers. By means of statistical methods the conclusions of these studies are now verified and some aspects are better defined. The statistical analysis of the petrochemical and crystallochemical variations has been performed by the principal component method; furthermore the discriminant analysis of the biotite chemistry has been made, and the correlation between the chemistry of the biotites and their host rocks has been analyzed by the canonical correlation method. The statistical study agrees with the previous results and confirms: *a*) magmatic differentiation trends within the augen-gneisses; *b*) primary sedimentary variation patterns in the paragneisses interlayered with the augen-gneisses; *c*) distinct crystallochemical variation patterns for the biotites, depending on their host rocks. The biotites from the various rocks are crystallochemically distinct, and their differences are correlated with their host rock chemistry.

Inquadramento e obiettivi del lavoro

Nell'area dei Monti Peloritani prospiciente Messina (F.° 254 della Carta d'Italia) affiora un livello di gneiss occhiadini potente circa 400 m, intercalato in concordanza nelle metamorfite di medio-alto grado riferibili alla formazione dei paragneiss biotitici e micascisti della catena peloritana (ATZORI et al., 1974) della Falda dell'Aspromonte (OGNIBEN, 1960, 1969). La zona di passaggio ai sovrastanti e sottostanti paragneiss biotitici è marcata da un'alternanza, potente qualche decina di metri, di bancate decimetrico-metriche dei due litotipi menzionati; nella porzione centrale dell'orizzonte di gneiss occhiadini si rinvencono frequentemente paragneiss in lembi decimetrici di varia forma e rari banchi di paragneiss minuti talora smembrati o boudinati. In alcuni precedenti lavori sono stati forniti i lineamenti generali geo-petrografici e petrochimici sia degli gneiss occhiadini che dei paragneiss ad essi associati nonché notizie tese alla caratterizzazione cristallogchimica e strutturale della biotite e del K-feldspato in tali rocce (ATZORI e LO GIUDICE, 1982 a, b, c, d; ATZORI et al., 1982). In particolare l'insieme delle osservazioni fatte hanno indotto a ritenere:

a) che gli gneiss occhiadini derivino da un originario livello di vulcaniti-vulcanoclastiti di tipo riolitico-riodacitico, intercalato in sedimenti arenacei di tipo fliscioide (grovacche l.s.);

b) che i lembi paragneissici inglobati negli gneiss occhiadini si siano formati da

originari materiali misti (grovacche + piroclastiti) o da brandelli di arenarie strappati durante la risalita dei magmi;

c) che il tutto sia stato interessato dall'evento metamorfico di medio-alto grado a carattere sostanzialmente isochimico e di età verosimilmente ercinica.

Per quanto riguarda le biotiti sia degli gneiss occhiadini che dei paragneiss associati si sono rilevate analogie generali e diversità peculiari sia fra loro che rispetto a biotiti provenienti dal complesso dei paragneiss e micascisti della catena peloritana (ATZORI e LO GIUDICE, 1982 c, d).

Le deduzioni fondamentali scaturite dalle indagini sopra ricordate e che nel presente lavoro si intende verificare e meglio comprendere sono rappresentate dal fatto che paragneiss biotitici e gneiss occhiadini conservano caratteri composizionali primari propri, con « trends » petrochimici chiaramente sedimentari nel primo caso e magmatici nel secondo; che tale peculiarità si rivela anche a livello composizionale di corrispondenti fasi mineralogiche; infine che la distribuzione di K_2O nei due litotipi fondamentali è totalmente in contrasto con una derivazione degli uni dagli altri legata a fenomeni migmatitico-metasomatici.

Nel presente lavoro vengono esposti i risultati di una analisi statistica eseguita utilizzando i dati chimici relativi a 25 gneiss occhiadini (ATZORI e LO GIUDICE, 1982 a), 25 paragneiss biotitici (ATZORI e LO GIUDICE, 1982 b), 26 biotiti di gneiss occhiadini (ATZORI e LO GIUDICE, 1982 c) e 18 biotiti di paragneiss (ATZORI e LO GIUDICE, 1982 d). Lo scopo complessivo che ci siamo proposti affrontando il presente lavoro è quello di verificare su base statistica l'ipotesi petrologica avanzata in funzione di considerazioni geo-petrografiche e petrochimiche classiche.

Studio statistico e discussione

L'indagine statistica sulle similitudini e/o diversità dei caratteri petrochimici degli gneiss occhiadini e paragneiss e dei caratteri cristallochimici nelle rispettive biotiti è stata condotta preliminarmente con il metodo delle componenti principali al fine di evidenziare le tendenze variazionali essenziali; successi-

TABELLA 1
*Componenti principali (gneiss occhiadini).
Coefficienti di correlazione fra le prime due
C.P. e gli ossidi principali*

	I ^o C.P.	II ^o C.P.	h^2	R^2
SiO_2	-0.894	0.293	0.885	0.995
TiO_2	0.909	-0.119	0.841	0.846
Al_2O_3	0.642	-0.494	0.656	0.976
FeO_{tot}	0.935	-0.153	0.898	0.978
MgO	0.899	-0.248	0.869	0.947
CaO	0.733	-0.255	0.602	0.846
Na_2O	0.091	-0.955	0.920	0.926
K_2O	-0.315	0.774	0.699	0.961
%	54.6	25.1		

% = percentuale di varianza totale spiegata da ciascuna C.P.; h^2 = communalità; R^2 = quadrato del coefficiente di correlazione multipla di ciascun ossido rispetto ai rimanenti.

vamente con il metodo dell'analisi discriminante tendente a massimamente evidenziare le eventuali differenze fra le popolazioni ed infine mediante l'analisi della correlazione canonica onde mettere in rilievo legami fra coppie di variabili complesse. Si rimanda a lavori precedenti (LO GIUDICE, 1973; ATZORI e LO GIUDICE, 1976) per i dettagli sui metodi statistici adoperati.

a) COMPONENTI PRINCIPALI

Gneiss occhiadini. L'analisi è stata condotta studiando il significato delle prime due Componenti Principali (C.P.), in quanto esse esprimono il 79,7 % della varianza totale e l'aggiunta di un'altra C.P. non varia il significato complessivo delle stesse. Dalla tabella 1, in cui sono riportati i coefficienti di correlazione fra gli ossidi e le C.P. considerate, si può notare come le variazioni petrochimiche osservate siano riconducibili principalmente ai variabili rapporti quantitativi fra quarzo e biotite da una parte (1^a C.P.) e in minore misura K-feldspato e plagioclasio dall'altra (2^a C.P.). La buona correlazione lineare esistente fra le due C.P. considerate (cfr. significatività di « r » - fig. 1) consente inoltre di dire che le suddette variazioni non sono fra loro indipendenti e che i termini più ricchi in SiO_2 sono parimente più K-feldspatici e meno biotitici, mentre quelli

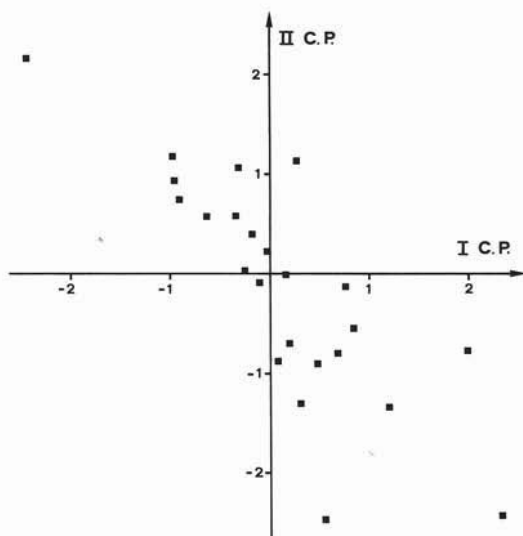


Fig. 1. — Distribuzione dei punti rappresentativi del chimismo degli gneiss occhiadini nel piano definito dalle prime due C.P.. Si noti la buona correlazione lineare ($r = -0,847$).

1^a C.P. = $TiO_2 + Al_2O_3 + FeO_{tot} + MgO + CaO - SiO_2$. 2^a C.P. = $K_2O - Na_2O$. $|r| \geq 0,565$ significativo alla soglia di probabilità del 99 %.

con tenori più bassi in SiO_2 risultano mediamente più biotitici e plagioclasici. La dispersione dei punti relativi ai termini più basici (fig. 1) può essere correlata a diversi rapporti quantitativi fra biotite, plagioclasio e quarzo. Il carattere petrochimico nettamente magmatico degli gneiss occhiadini, con variazioni interne riferibili a possibili diversi meccanismi evolutivi o possibili sorgenti magmatiche parzialmente diverse, e già in precedenza sottolineato (ATZORI e LO GIUDICE, 1982 a), viene qui ulteriormente confermato dal chiarissimo « trend » basico-acido espresso complessivamente dalle C.P..

Paragneiss intercalati ed in lembi entro gneiss occhiadini. Anche in questo caso si è proceduto ad esaminare il significato petrologico delle prime due C.P. in quanto rappresentative di una sufficientemente alta percentuale di varianza totale (79,4 %). La tabella 2 mette in evidenza come la prima C.P. esprima la variazione contrapposta del quarzo rispetto alla biotite e alla muscovite, mentre la seconda C.P. esprime la variazione del plagioclasio; la 1^a e 2^a C.P. sono fra loro debolmente correlate ad una soglia di atten-

TABELLA 2
Componenti principali (paragneiss biotitici).
Coefficienti di correlazione fra le prime due C.P. e gli ossidi principali

	I ^a C.P.	II ^a C.P.	h^2	R^2
SiO_2	-0.942	-0.326	0.994	0.999
TiO_2	0.532	0.728	0.813	0.895
Al_2O_3	0.853	0.246	0.788	0.991
FeO_{tot}	0.784	-0.459	0.825	0.993
MgO	0.847	-0.119	0.731	0.974
CaO	0.116	0.859	0.752	0.939
Na_2O	0.008	0.839	0.702	0.898
K_2O	0.689	-0.521	0.746	0.979
%	46.5	32.9		

Per il significato dei simboli vds. tab. 1.

dibilità compresa fra 95 % e 99 % (fig. 2). Queste osservazioni risultano leggermente in contrasto con le variazioni petrochimiche caratteristiche dei paragneiss grano-xenoblastici della catena peloritana, corrispondendo invece piuttosto bene a quelle dei paragneiss blastico-flebitici, strutturalmente più evoluti, della stessa zona (ATZORI et al., 1976). D'altra parte i caratteri strutturali di queste roc-

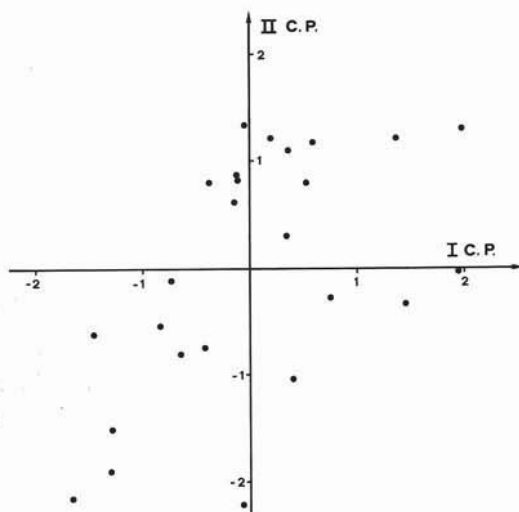


Fig. 2. — Distribuzione dei punti rappresentativi del chimismo dei paragneiss nel piano definito dalle prime due C.P.. Si osserva una certa dispersione con scarsa correlazione ($r = 0,542$).

1^a C.P. = $Al_2O_3 + FeO_{tot} + MgO + K_2O - SiO_2$. 2^a C.P. = $CaO + Na_2O$. $|r| \geq 0,402$ significativo alla soglia di probabilità del 95 %; $|r| \geq 0,564$ significativo alla soglia di probabilità del 99 %.

TABELLA 3

Componenti principali (biotiti da gneiss occhiadini). Coefficienti di correlazione fra le prime tre C.P. e gli ossidi principali

	I ^a C.P.	II ^a C.P.	III ^a C.P.	r ²	R ²
SiO ₂	0.001	-0.890	0.230	0.846	0.981
TiO ₂	0.682	0.183	0.037	0.499	0.505
Al ₂ O ₃	-0.260	0.687	0.158	0.564	0.946
Fe ₂ O ₃	-0.461	0.433	-0.616	0.780	0.982
FeO	0.882	-0.152	0.229	0.853	0.986
MgO	-0.811	0.171	0.332	0.798	0.966
CaO	0.212	-0.118	-0.740	0.606	0.851
Na ₂ O	-0.380	-0.706	-0.306	0.736	0.740
K ₂ O	0.112	0.042	0.747	0.572	0.685
%	26,5	22,8	22,2		

Per il significato dei simboli vds. tab. 1.

ce (ATZORI e LO GIUDICE, 1982 b) sono indicativi di una molto limitata evoluzione metamorfica verso termini blastici o flebitici. Ne consegue che le correlazioni negative quarzo-miche e subordinatamente quarzoplagioclasio, espresse dalle C.P. e già riscontrate a livello petrografico, sono probabilmente attribuibili soprattutto a variazioni compositive primarie, come già affermato nel citato lavoro (1982 b).

Biotiti da gneiss occhiadini. L'esame del significato cristallografico delle variabilità osservate è stato in questo caso eseguito prendendo in considerazione i risultati ottenuti estraendo 2, 3 o più C.P., al fine di avere chiare indicazioni sul significato che le stesse vengono ad esprimere ad un livello accettabile di varianza spiegata. Alla luce di quanto sopra vengono esposti i risultati ottenuti estraendo le prime tre C.P., in quanto ottimizzano le esigenze sopra indicate. Dalla tabella 3 si rileva che la 1^a C.P. esprime la varianza Fe²⁺-Mg ed una certa correlazione positiva fra Fe²⁺ e Ti; la 2^a C.P. evidenzia il legame Si-Al ed inoltre indica una certa tendenza sodica delle biotiti più siliciche; per quanto riguarda la 3^a C.P., che sembrerebbe indicare l'esistenza di un qualche legame inverso fra le variazioni di CaO e K₂O, è da dire che in realtà essa ne esprime le variazioni fra loro indipendenti, stante l'assenza di correlazioni significative fra i

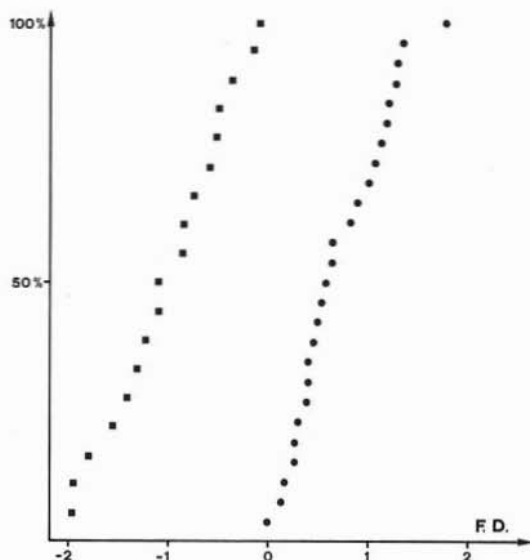


Fig. 3. — Distribuzione cumulativa dei valori normalizzati della Funzione Discriminante per biotiti da gneiss occhiadini (●) ed associati paragneiss (■). F.D. = SiO₂ - (Fe₂O₃ + MgO).

suddetti ossidi. A riprova di ciò sta la constatazione che nel modello a 4 C.P., qui non riportato per brevità, le variazioni di CaO e K₂O vengono rappresentate dalla 3^a e 4^a C.P., con totale assenza di correlazione fra le stesse. Ci sembra pertanto di poter affermare che nel modello illustrato (a 3 C.P.) la 3^a C.P. sia priva di significato cristallografico. Un'ultima osservazione riguarda la mancanza di correlazione fra la 1^a e la 2^a C.P..

Biotiti da paragneiss associati a gneiss occhiadini. Anche in questo caso l'indagine è stata condotta con le modalità espresse sopra per le biotiti da gneiss occhiadini (tab. 4). Si può rilevare che la prima C.P. esprime congiuntamente le varianze fra Fe²⁺, Mg, Ti e Al con un legame diretto fra Fe²⁺ e Ti da una parte e Mg e Al dall'altra, indicando chiare connessioni fra i cationi R²⁺ e R³⁺ del libello ottaedrico. La 2^a e la 3^a C.P. assumono invece il significato di variazioni di singoli ossidi, senza specifici riscontri cristallografici, data l'assenza di correlazione di tali C.P. con la 1^a C.P. e fra loro.

b) ANALISI DISCRIMINANTE FRA LE BIOTITI
Lo studio delle biotiti considerate ha mes-

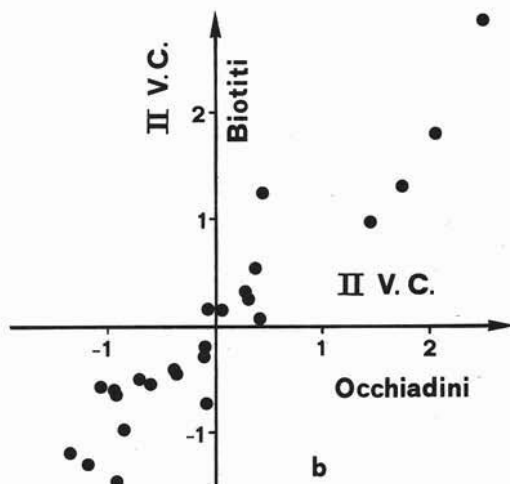
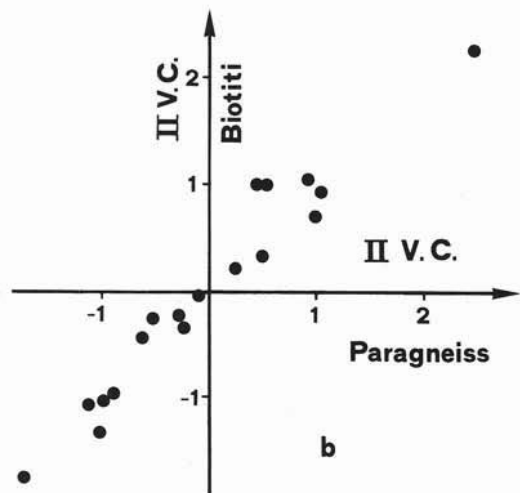
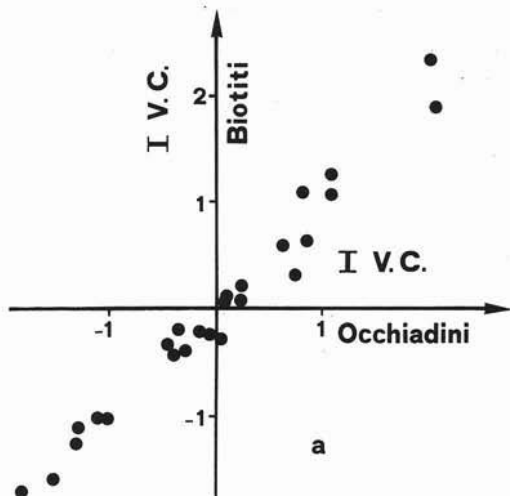
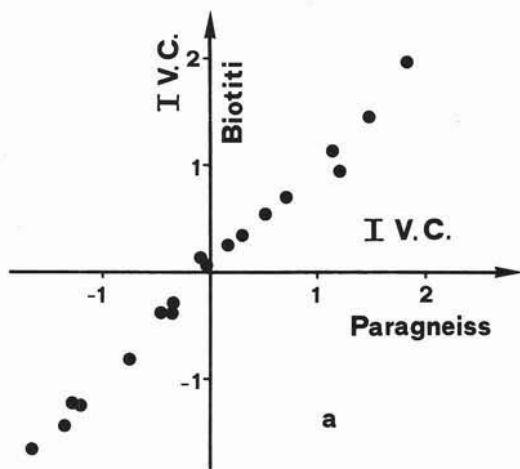


Fig. 4. — Posizione delle coppie biotite-paragneiss nel piano definito dalla prima (a) e dalla seconda coppia (b) di variabili canoniche.
 1^a V.C. paragneiss = $\text{Na}_2\text{O} + \text{CaO}$. 1^a V.C. biotiti = $\text{SiO}_2 + \text{FeO} - (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O})$.
 2^a V.C. paragneiss = TiO_2 . 2^a V.C. biotiti = $\text{TiO}_2 + \text{FeO} - (\text{MgO} + \text{K}_2\text{O})$.

Fig. 5. — Posizione delle coppie biotite-gneiss occhiadino nel piano definito dalla prima (a) e dalla seconda coppia (b) di variabili canoniche.
 1^a V.C. gneiss occhiadini = $\text{SiO}_2 - (\text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3)$. 1^a V.C. biotiti = $\text{FeO} + \text{TiO}_2 - \text{MgO}$. 2^a V.C. gneiss occhiadini = $\text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}$. 2^a V.C. biotiti = $\text{TiO}_2 + \text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{O}$.

so in evidenza variazioni cristallochimiche diverse a seconda del litotipo di provenienza. In particolare si è osservato che nelle biotiti dei lembi ed intercalati paragneissici compaiono schemi di variazioni complesse a livello ottaedrico fra cationi bivalenti e trivalenti, mentre nelle biotiti da gneiss occhiadini si assiste alle classiche vicarianze Fe^{2+} -Mg e Si-Al.

Onde verificare se queste diversità siano da collegare a significative differenze di composizione si è ritenuto opportuno eseguire l'analisi discriminante fra le due popolazioni in questione. I risultati ottenuti, compendati in fig. 3, hanno indicato che i due campioni biotitici sono cristallochimicamente diversi ($\chi^2 = 51,48$ con 9 g.d.l.) e che tale diversità è essenzialmente connessa, in buon accordo

TABELLA 4

Componenti principali (biotiti da paragneiss).
Coefficients di correlazione fra le prime tre
C.P. e gli ossidi principali

	I* C.P.	II* C.P.	III* C.P.	h^2	R^2
SiO ₂	0,055	-0,233	-0,786	0,675	0,920
TiO ₂	0,885	-0,104	0,261	0,862	0,912
Al ₂ O ₃	-0,707	0,203	0,343	0,658	0,930
Fe ₂ O ₃	0,003	-0,582	-0,064	0,342	0,979
FeO	0,830	0,426	0,021	0,870	0,986
MgO	-0,919	0,137	0,066	0,867	0,981
CaO	0,048	-0,207	0,827	0,729	0,653
Na ₂ O	-0,005	-0,875	0,165	0,793	0,816
K ₂ O	-0,401	0,565	0,318	0,581	0,760
%	33,1	19,7	18,1		

Per il significato dei simboli vds. tab. 1.

con quanto osservato per altra via (ATZORI e LO GIUDICE, 1982 c, d), ai tenori in SiO₂, Fe₂O₃ e MgO nel senso che le biotiti da gneiss occhiadini risultano più ricche in SiO₂ e più povere in Fe₂O₃ e MgO rispetto a quelle provenienti dai lembi paragneissici inglobati negli gneiss occhiadini e dagli intercalati della stessa natura. Questa osservazione sembra, a nostro avviso, molto importante al di là delle implicazioni sopra viste e quindi in termini generali; infatti in precedenza ATZORI e LO GIUDICE (1973), studiando con approccio statistico la possibile discriminazione su base chimica fra 470 biotiti della letteratura provenienti da litotipi geneticamente diversi, hanno concluso che tale discriminazione risulta priva di significato statistico, a causa della molto ampia variabilità chimica esistente all'interno di ciascun campione confrontato. D'altra parte anche GUIDOTTI et al. (1975), nel rilevare « no clear relation » tra Mg/(Fe²⁺ + Mn) e il contenuto in Al ottaedrico delle biotiti di composizione più comune, sottolineano anche il pericolo di dedurre relazioni cristallografiche in minerali appartenenti a differenti paragenesi.

Alla luce dei risultati qui ottenuti tali conclusioni ci sembra che debbano essere riviste, nel senso che verosimilmente allorché si confrontano campioni provenienti da litotipi simili ma geologicamente indipendenti e quindi necessariamente eterogenei la variabilità interna a ciascun campione cresce, impe-

TABELLA 5

Correlazione canonica fra paragneiss
e relative biotiti

V.C.	R-can	R ²	χ^2	g.d.l.	%
1	0,9966	0,993	112,32	64	99,98
2	0,9734	0,947	70,00	49	97,39
3	0,9308	0,866	44,96	36	85,46
4	0,9011	0,812	27,85	25	68,52
5	0,7927	0,628	13,65	16	37,52
6	0,6413	0,411	5,23	9	18,62
7	0,2586	0,067	0,73	4	5,24
8	0,1284	0,016	0,14	1	29,17

V.C. = variabili canoniche; R-can = coefficiente di correlazione canonica; R² = quadrato del coefficiente di correlazione fra le coppie di variabili canoniche; % = soglia percentuale di significatività.

dendo o mascherando l'eventuale discriminazione; qualora invece, come nel nostro caso, si confrontino campioni di provenienza omogenea cioè di una stessa compagine geolito-logica, allora la discriminazione può risultare possibile e, come nel caso qui considerato, molto significativa.

c) CORRELAZIONE FRA IL CHIMISMO DELLE BIOTITI E DEI RISPETTIVI LITOTIPI DI PROVENIENZA

La diversità osservata nei principali schemi di variazione cristallografica delle biotiti qui considerate in funzione del litotipo di appartenenza pone a questo punto la necessità di indagare se esista, ed eventualmente di che tipo sia, una qualche correlazione fra il chimismo complessivo delle rocce occhiadine e paragneissiche e le rispettive biotiti. Tale indagine è stata eseguita mediante il metodo della correlazione canonica, che ricerca le migliori combinazioni lineari delle coppie di variabili complesse massimamente correlate fra loro; ancora una volta si esporranno qui di seguito i risultati essenziali dell'indagine (tab. 5 e 6), mentre per i dettagli metodologici ed interpretativi si rimanda a quanto riportato in VIANELLI (1966) e COOLEY e LOHNES (1971).

Sia nel caso degli gneiss occhiadini che dei paragneiss e rispettive biotiti solo le prime due coppie di variabili canoniche assumono significato statistico (cfr. soglia percentuale

TABELLA 6
Correlazione canonica fra gneiss occhiadini e relativi biotiti

V.C.	R-can	R ²	χ ²	g.d.l.	%
1	0.9861	0.972	130.28	64	99.99
2	0.9440	0.891	74.60	49	98.93
3	0.8333	0.694	40.23	36	71.16
4	0.6689	0.447	21.86	25	35.62
5	0.5742	0.330	12.66	16	30.26
6	0.5513	0.304	6.46	9	30.69
7	0.1939	0.038	0.84	4	6.70
8	0.1267	0.016	0.25	1	38.29

Per la simboleggiatura vds. tab. 5.

TABELLA 7
Strutture dei primi due fattori canonici per le coppie biotiti-paragneiss

Biotiti			Paragneiss		
I ⁺ V.C.	II ⁻ V.C.		I ⁺ V.C.	II ⁻ V.C.	
SiO ₂	0.533	-0.069	SiO ₂	-0.053	-0.031
TiO ₂	0.098	0.577	TiO ₂	0.277	0.333
Al ₂ O ₃	-0.597	-0.018	Al ₂ O ₃	-0.061	0.033
Fe ₂ O ₃	0.087	-0.252	FeO _{tot}	0.221	-0.010
FeO	0.452	0.399	MgO	-0.287	-0.218
MgO	-0.502	-0.358	CaO	0.347	0.160
Na ₂ O	-0.178	0.043	Na ₂ O	0.433	0.246
K ₂ O	-0.476	-0.562	K ₂ O	-0.242	-0.111

I valori esprimono i coefficienti di correlazione fra le variabili originarie (ossidi) e le variabili canoniche.

TABELLA 8
Strutture dei primi due fattori canonici per le coppie biotiti-gneiss occhiadini

Biotiti			Gneiss occhiadini		
I ⁺ V.C.	II ⁻ V.C.		I ⁺ V.C.	II ⁻ V.C.	
SiO ₂	-0.047	0.375	SiO ₂	0.416	0.208
TiO ₂	0.586	0.472	TiO ₂	-0.244	-0.025
Al ₂ O ₃	-0.292	-0.105	Al ₂ O ₃	-0.499	-0.117
Fe ₂ O ₃	-0.169	0.000	FeO _{tot}	-0.220	-0.336
FeO	0.736	-0.168	MgO	-0.617	-0.297
MgO	-0.907	-0.121	CaO	0.000	-0.297
Na ₂ O	-0.193	0.309	Na ₂ O	-0.338	-0.442
K ₂ O	-0.107	-0.278	K ₂ O	0.302	0.563

Per il significato dei valori riportati vds. tab. 7.

di significatività in tab. 5 e 6) e pertanto

solo esse verranno qui prese in considerazione per il loro significato petrologico e cristallografico. Nelle tabelle 7 e 8 vengono pertanto riportate per le prime due coppie di variabili canoniche le strutture dei rispettivi fattori.

Per quanto riguarda i paragneiss associati agli gneiss occhiadini e le rispettivi biotiti (tab. 7) si rileva che in paragneiss più plagioclasici compaiono biotiti meno flogopitiche e meno eastonitiche (prima coppia di variabili canoniche - fig. 4 a); inoltre al crescere del tenore in TiO₂ (componente basitica) nei paragneiss le biotiti tendono ad essere più annitiche e ricche in TiO₂ (seconda coppia di variabili canoniche - fig. 4 b). Questi risultati sono in ottimo accordo con quanto emerso dallo studio degli schemi di variazione (C.P.) nonchè con quanto espresso da ATZORI et al. (1976) sul significato del ruolo che il plagioclasio ed in particolare la componente calcica giocano nei paragneiss peloritani (evoluzione strutturale in senso blastico, con paragenesi prive di Al-silicati).

Per quanto riguarda invece gli gneiss occhiadini e le rispettive biotiti (tab. 8) si osserva che nei litotipi più ricchi in SiO₂ le biotiti tendono ad essere più annitiche e titanifere (prima coppia di variabili canoniche - fig. 5 a), così come più titanifere (e sodiche) risultano pure le biotiti dei termini occhiadini più K-feldspatici e meno plagioclasici (seconda coppia di variabili canoniche - fig. 5 b). Complessivamente le due coppie di variabili canoniche indicano che i litotipi occhiadini più differenziati in senso acido contengono biotiti a tendenza annitica e titanifera, il che suggerisce un'ipotesi di frazionamento più alto in accordo con la supposta derivazione metamorfica di queste rocce da originarie vulcaniti l.s. (ATZORI e LO GIUDICE, 1982 a).

Un'ultima annotazione riguarda il fatto che le due variabili canoniche relative agli gneiss occhiadini di fatto compendiano il significato petrologico delle prime due C.P. così come avviene per le biotiti delle stesse rocce, con l'aggiunta importante di informazioni relative alla tipologia delle variazioni cristallografiche connesse alle variazioni petrochimiche.

Lavoro eseguito con il contributo finanziario del C.N.R. e del M.P.I..

BIBLIOGRAFIA

- ATZORI P., BATTAGLIA M. e LO GIUDICE A. (1982) - *Il K-feldspato degli gneiss occhiadini del Messinese: studio ottico, chimico e roentgenografico*. Period. Miner., 51, 5-14.
- ATZORI P., D'AMICO C. e PEZZINO A. (1974) - *Relazione geo-petrografica preliminare sul cristallino della catena peloritana (Sicilia)*. Riv. Miner. Sicil., 25, 1-8.
- ATZORI P., IOPPOLO S., PEZZINO A., PUGLISI G. e LO GIUDICE A. (1976) - *Indagine statistica sulla variabilità chimico-strutturale dei paragneiss peloritani*. Boll. Soc. Geol. It., 95, 1063-1075.
- ATZORI P. e LO GIUDICE A. (1976) - *I pirosseni dell'Etna: caratteri cristallografici e implicazioni petrologiche*. Rend. SIMP, 32, 467-477.
- ATZORI P. e LO GIUDICE A. (1982 a) - *Gli gneiss occhiadini del Messinese: caratterizzazione geo-petrografica e petrochimica*. Period. Miner., 51, 15-34.
- ATZORI P. e LO GIUDICE A. (1982 b) - *Caratteri petrografici e petrochimici dei paragneiss associati agli gneiss occhiadini del Messinese*. Period. Miner., 51, 51-74.
- ATZORI P. e LO GIUDICE A. (1982 c) - *Caratteri cristallografici delle biotiti degli gneiss occhiadini del Messinese*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., Catania, 15/320, 453-465.
- ATZORI P. e LO GIUDICE A. (1982 d) - *Caratteri cristallografici delle biotiti dei paragneiss associati agli gneiss occhiadini del Messinese*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., Catania, 15/320, 337-351.
- ATZORI P., LO GIUDICE A., PEZZINO A. e RITTMANN L. (1973) - *Analisi fattoriale della correlazione fra le variabili chimiche di biotiti di diversi ambienti genetici*. Riv. Miner. Sicil., 24, 171-190.
- COOLEY W.W. e LOHNES P.R. (1971) - *Multivariate data analysis*. Wiley and Sons Inc., New York, 1-364.
- GUIDOTTI C., CHENEY J.T. e CONATORE P.D. (1975) - *Interrelationship between Mg/Fe ratio and octahedral Al content in biotite*. Amer. Miner., 60, 849-853.
- LO GIUDICE A. (1973) - *Variazioni e discriminazioni petrochimiche entro e fra le lave dell'Etna*. Min. Petr. Acta, 19, 3-42.
- OGNIBEN L. (1960) - *Nota illustrativa dello schema geologico della Sicilia nord-orientale*. Riv. Miner. Sicil., 11, 183-212.
- OGNIBEN L. (1969) - *Schema introduttivo alla geologia del confine Calabro-Lucano*. Mem. Soc. Geol. It., 8, 453-763.
- VIANELLI S. (1966) - *Manuale di metodologia statistica*. Calderini ed., Palermo, 818 pp..