

ROSANGELA BOCCHIO\*, LUCIANO GORLA\*, ROBERTO POTENZA\*\*

## L'ANALISI DENDROGRAFICA NELLO STUDIO DELLE ECLOGITI\*\*\*

RIASSUNTO. — Si è studiato il comportamento petrochimico delle eclogiti confrontando 135 analisi di letteratura ed originali, con diversi metodi geomatematici. Per ottenere una rappresentazione grafica omogenea dei risultati che si prestasse anche al confronto fra le varie tecniche è stato impiegato il metodo del dendrografo. L'utilizzazione di questa tecnica è andata estendendosi dal campo biometrico a quello paleontologico, stratigrafico, geochimico; recentemente è stata anche applicata in petrografia dove si è dimostrata utile soprattutto per chiarire problemi di sistematica. Nel caso delle eclogiti l'impiego dei dendrografi ha permesso di riconoscere tra l'altro che la distinzione delle eclogiti in tre tipi a diverso significato geologico non ha una corrispondenza petrochimica semplice e che le eclogiti costituiscono un caso critico a causa soprattutto del ristretto ambito di definizione. La discriminazione dei tipi perciò richiede di associare ad un approfondito trattamento geomatematico un'attenta integrazione dei risultati con informazioni geologiche e petrografiche, di tipo non quantitativo.

ABSTRACT. — The petrochemical behaviour of eclogites has been investigated by treating geomathematically 135 chemical analyses, most of them taken from literature. Results obtained from different methods were submitted to treatment with the dendrograph, in order to aid the comparison of the results by means of a homogeneous graphic representation. The dendrograph is a technique more and more used in Earth sciences, where it lends profitably to solve problems of systematics. In the present investigation the dendrograph pointed out that the sole petrochemical composition is not sufficient to support the subdivision of the eclogites in three groups, although a difference in the patterns of the multivariate distribution is often detected. The inclusion of a single individual into one group must therefore be based on both petrochemical and geological, i.e. non-parametric, informations.

### Generalità

In un recente lavoro alcuni di noi (R.B., R.P.) hanno elaborato, mediante uno studio petrochimico sviluppato con metodi tradizionali e con tecniche geomatematiche, una serie di 135 analisi di rocce a granato+clinopirosseno (*eclogiti* secondo la maggior parte degli Autori) incluse o associate ad ultramafiti (Bocchio et al., 1976). Dallo studio è risultato, fra l'altro, che in corrispondenza dei tipi

\* Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Milano.

\*\* C.N.R. Centro di Studi sulla Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali - Milano.

\*\*\* Lavoro eseguito nell'ambito del Centro Studi Alpi Centrali del Consiglio Nazionale delle Ricerche; le elaborazioni matematiche sono state eseguite presso il Ce.C.U.M. di Milano.

definiti nella classificazione adottata (1) è possibile distinguere gruppi di rocce la cui discriminazione dipende in parte dalle variazioni nel chimismo complessivo, in parte da differenze nella distribuzione statistica multivariante dei componenti. Si è visto infatti che una serie di analisi (tipo C) dà luogo a fluttuazioni relativamente piccole nel chimismo, un'altra serie (tipo B) definisce un insieme a variazione progressiva, chiaramente affine a serie magmatiche mafiche ed ultramafiche (ONDRICK e SRIVASTAVA, 1970), la terza serie infine presenta variazioni più ampie e non riconducibili agevolmente a schemi di chiara interpretazione petrologica.

L'insieme di questi caratteri, unito alla forte omogeneità petrochimica indotta dalla ristretta definizione petrografica delle eclogiti, e quindi dal ridotto campo di variazione della composizione mineralogica, fa sì che queste rocce costituiscano un caso critico di particolare interesse per l'analisi geomatematica.

Abbiamo quindi ritenuto utile approfondire ulteriormente lo studio già eseguito impiegando altre tecniche di analisi dei dati, ma soprattutto completando l'interpretazione dei risultati che esse forniscono per mezzo dell'analisi dendrografica. I dendrogrammi costituiscono un metodo sempre più usato di rappresentazione grafica dei rapporti intercorrenti fra diversi oggetti geologici, definiti dall'insieme dei loro caratteri. Lo sviluppo matematico e grafico relativo a questa tecnica non costituisce generalmente un'analisi autonoma dei dati, in quanto vengono elaborati dati derivati, ricavati da trattamenti matematici anche molto complessi eseguiti sui dati originali. Lo scopo finale di queste manipolazioni è quello di ridurre il numero delle variabili iniziali (nel caso delle eclogiti i dodici ossidi determinati dall'analisi chimica) in modo da poterle rappresentare in grafici arboriformi che evidenziano il grado di associazione fra individui o gruppi di individui; i dendrogrammi e i dendrografi si prestano quindi particolarmente a ricerche di tipo tassonomico.

Impiegati inizialmente in studi biometrici e paleontologici, i dendrografi sono ora applicati sempre più spesso in petrografia dove la loro utilità appare particolarmente evidente nei problemi di classificazione.

Sviluppi recenti della tecnica dendrografica sono volti a compensare la perdita di informazione dovuta alla eccessiva riduzione delle variabili considerate nei grafici (nei dendrogrammi tradizionali è utilizzato solo il livello di associazione). Si è così sviluppata la tecnica di rappresentazione automatizzata nel *Dendrografo* di McCAMMON (1968) che, prendendo in considerazione sia i livelli di associazione, sia la distanza fra gli oggetti, riduce le distorsioni dei dendrogrammi tradizionali.

La sequenza ideale delle operazioni che portano alla costruzione del dendrografo è quindi la seguente:

(1) Nel presente lavoro abbiamo ritenuto opportuno indicare i vari tipi di eclogiti con la seguente terminologia, più semplice e rapida: *Tipo A*, comprendente le eclogiti di tipo A<sub>1</sub> (incluse in ultramafiti inserite in faglie profonde) e di tipo A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> (in ultramafiti, ma riequilibrata rispettivamente in facies granuliti e anfiboliti); *Tipo B* (eclogiti associate a complessi metamorfici con ultramafiti); *Tipo C* (comprendente eclogiti di tipo C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>, rispettivamente incluse o associate a serpentine in facies scisti blu).

- a) acquisizione dei dati (numerici, sequenziali, binari, descrittivi);
- b) pretrattamento dei dati: riconoscimento ed eliminazione degli errori grossolani, standardizzazione, studio delle ridondanze di variabili o di oggetti;
- c) analisi mono- o multivariante dei dati con calcoli statistici di tipo essenzialmente numerico (es. varianza e covarianza, analisi canonica, componenti principali, analisi vettoriale e fattoriale, regressione multipla ecc.);
- d) utilizzazione di matrici, ottenute con uno o più dei metodi precedenti, per la costruzione del dendrografo.

Le operazioni comprese nei punti b), c), d) possono venire eseguite con mezzi automatici (2), ripetendole e completandole fino a ottenere risultati soddisfacenti e documentati. Tra i parametri utilizzabili per la costruzione del dendrografo (nel sistema DENDRO è prevista la possibilità di 21 diversi algoritmi), per il presente lavoro abbiamo utilizzato il coefficiente di correlazione, la distanza tassonomica e l'uscita dell'analisi fattoriale modo Q, ricavandone tre diversi elaborati che, per semplicità, abbiamo chiamato rispettivamente R, T e Q.

Mentre il « coefficiente di correlazione » è noto dalla statistica elementare, la « distanza tassonomica » è definita da SOKAL e SNEATH (1963) come una distanza euclidea, valutata in uno spazio n-dimensionale (dove n rappresenta il numero delle variabili) e standardizzata per n allo scopo di rendere confrontabili le distanze calcolate con variabili diverse. Il terzo parametro utilizzato è infine il *factor loading* risultante dal trattamento con l'analisi fattoriale modo Q della matrice originale dei dati (HARMAN, 1960; KLOVAN e IMBRIE, 1971).

Partendo da questi tre tipi di parametri si compongono tre diverse matrici simmetriche che vengono elaborate nel DENDRO. La tecnica operativa di questo sistema consiste nell'unire dapprima per coppie gli oggetti che presentano la massima affinità fra loro e poi associare le coppie con gli altri oggetti in ordine di affinità decrescente (3). Il risultato delle operazioni di associazione viene rappresentato da grafi arboriformi del tipo di quelli delle figg. 1, 2, 3.

---

(2) Allo scopo di semplificare le procedure b), c), d), nell'Istituto di Mineralogia dell'Università degli Studi di Milano è stato predisposto un sistema di elaborazione, chiamato DENDRO, composto di circa venti programmi in Fortran e in Assembler di cui il fondamentale è il programma DENDROGRAPH di McCAMMON e WENNINGER (1970). Tale sistema, orientato ai calcolatori Univac della serie 1100, provvede automaticamente ad interpretare le direttive di una scheda riassuntiva con le indicazioni delle elaborazioni desiderate, a reperire i programmi necessari, a organizzarli opportunamente costruendo le relative schede di controllo, ad eseguire le elaborazioni richieste ed infine a fornire come uscita i relativi tabulati e un nastro magnetico, destinato a dirigere le manovre di un tracciatore Calcomp 563. Il sistema DENDRO è stato costruito con la preoccupazione di evitare all'utilizzatore una eccessiva manipolazione delle schede di controllo, che in questo caso sarebbe particolarmente complessa a causa della necessità di ricorrere ad una segmentazione dinamica dei programmi. Si è così ottenuto un sistema il cui uso è estremamente semplice, ma questa semplicità è controbilanciata dal vincolo del modello di elaboratore sul sistema.

(3) Tra i vari metodi di raggruppamento possibili per la costruzione dei grafi, il DENDRO utilizza quello degli accoppiamenti non ponderati (UWPGM, SOKAL e SNEATH, 1963).

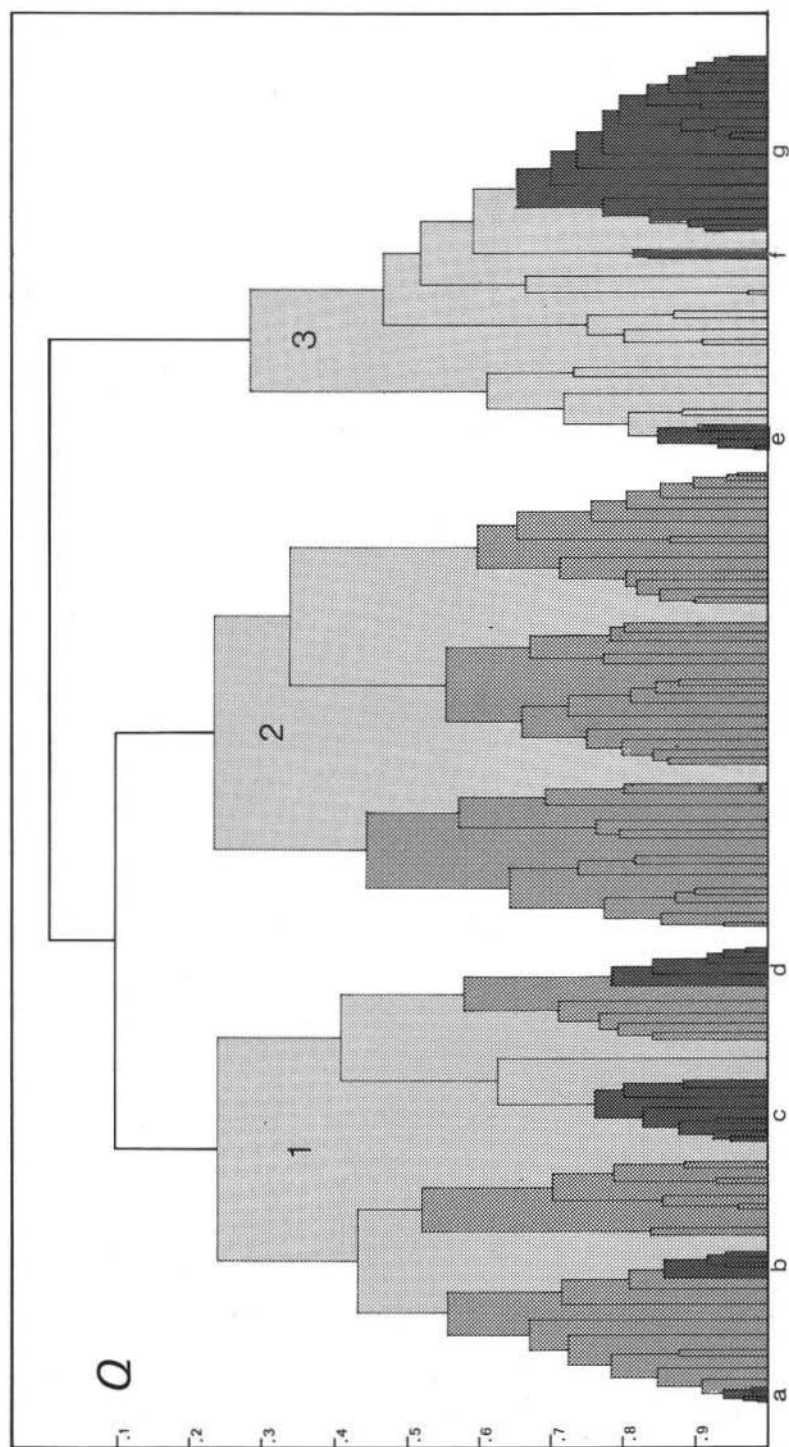


Fig. 1. — Dendrogramma ricavato dall'elaborazione dei dati secondo il modo Q. — Spiegazione dei simboli: 1: gruppo comprendente in prevalenza eclogiti di Tipo B. In tono più scuro sono evidenziati i sottogruppi a più elevato grado di affinità: *a* e *b*: eclogiti dell'Oetztal (MÜLLER, 1970); *c* e *d*: eclogiti dell'Oetztal e Hoehchgrossen (RICHTER, 1973). 2: gruppo costituito da eclogiti di Tipo A. I tre sottogruppi in tono medio non hanno apparente giustificazione geologica o petrografica. 3: gruppo comprendente quasi tutte le eclogiti di Tipo C. I sottogruppi in tono più scuro rappresentano l'associazione ricorrente di due eclogiti dell'Oregon (*e*) (Tipo C, GHENT e COLEMAN, 1973) con quelle di Tipo A descritte da DALLMEYER (1974). I simboli *f* e *g* infine rappresentano rispettivamente due eclogiti della California (COLEMAN et al., 1965) e le eclogiti anfiboliche del Gruppo di Voltri (Bocchio e MOTTANA, 1974).

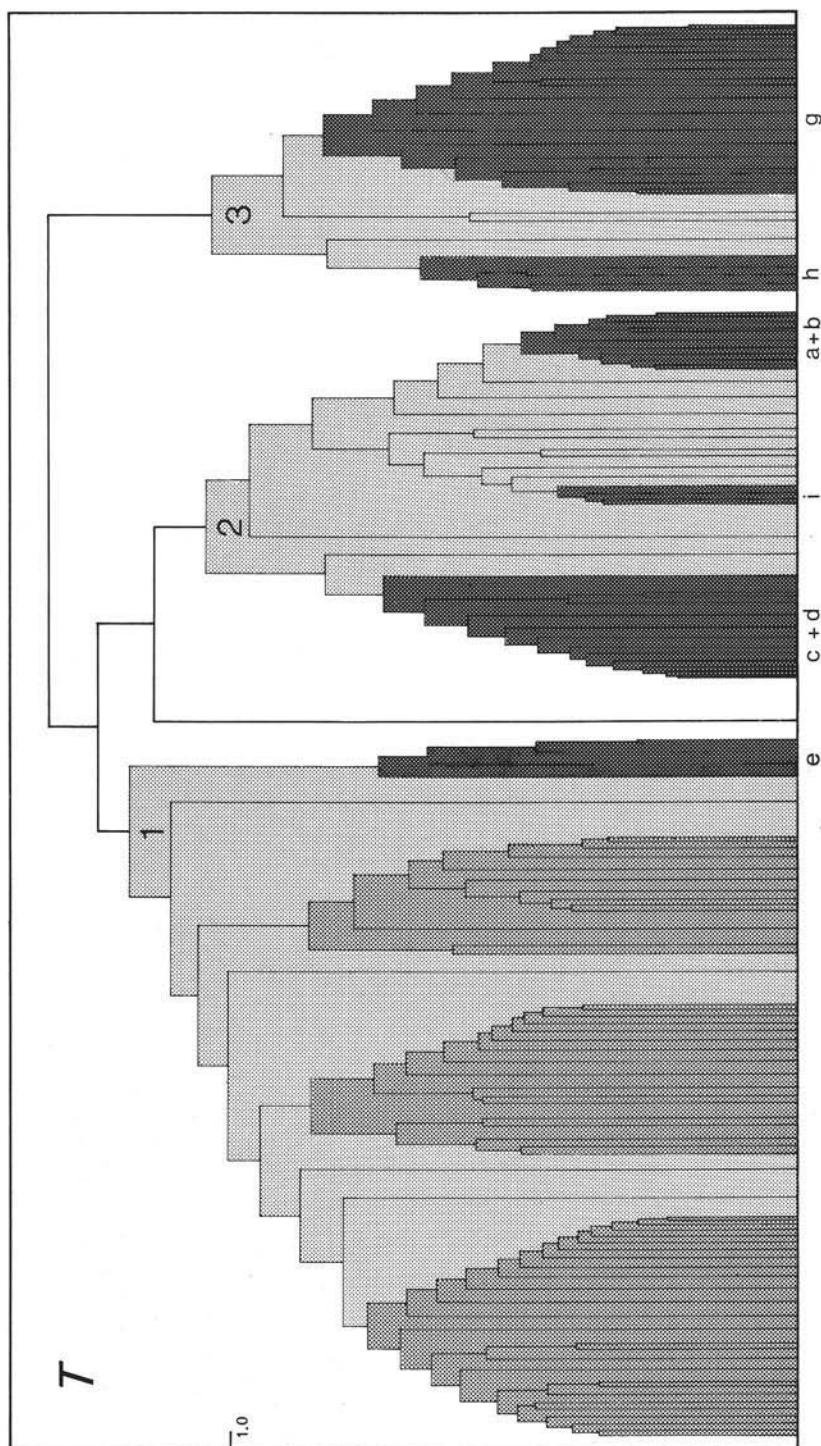


Fig. 2. — Dendrogramma ricavato elaborando i dati mediante l'utilizzazione della distanza tassonomica. — Spiegazione dei simboli: 1: gruppo formato quasi esclusivamente da eclogiti di Tipo A suddivise in sottogruppi (tono medio) collegati da individui dispersi a basso grado di affinità. Per il simbolo *e* si veda la fig. 1. 2: gruppo-comprendente eclogiti di Tipo B ben correlate tra loro in sottogruppi ad elevato grado di affinità. Per i simboli *a*, *b*, *c*, *d* si veda in fig. 1. Con la lettera *i* sono indicate le eclogiti dell'Alpe Arrami (Bellinzona) (Boccardo, 1975). 3: gruppo costituito dalle eclogiti di Tipo C; le correlazioni più significative sono indicate dai sottogruppi *g* (Gruppo di Voltri) e *h* (eclogiti della California e dell'Oregon (COLEMAN et al., 1965; GHENT e COLEMAN, 1973)).



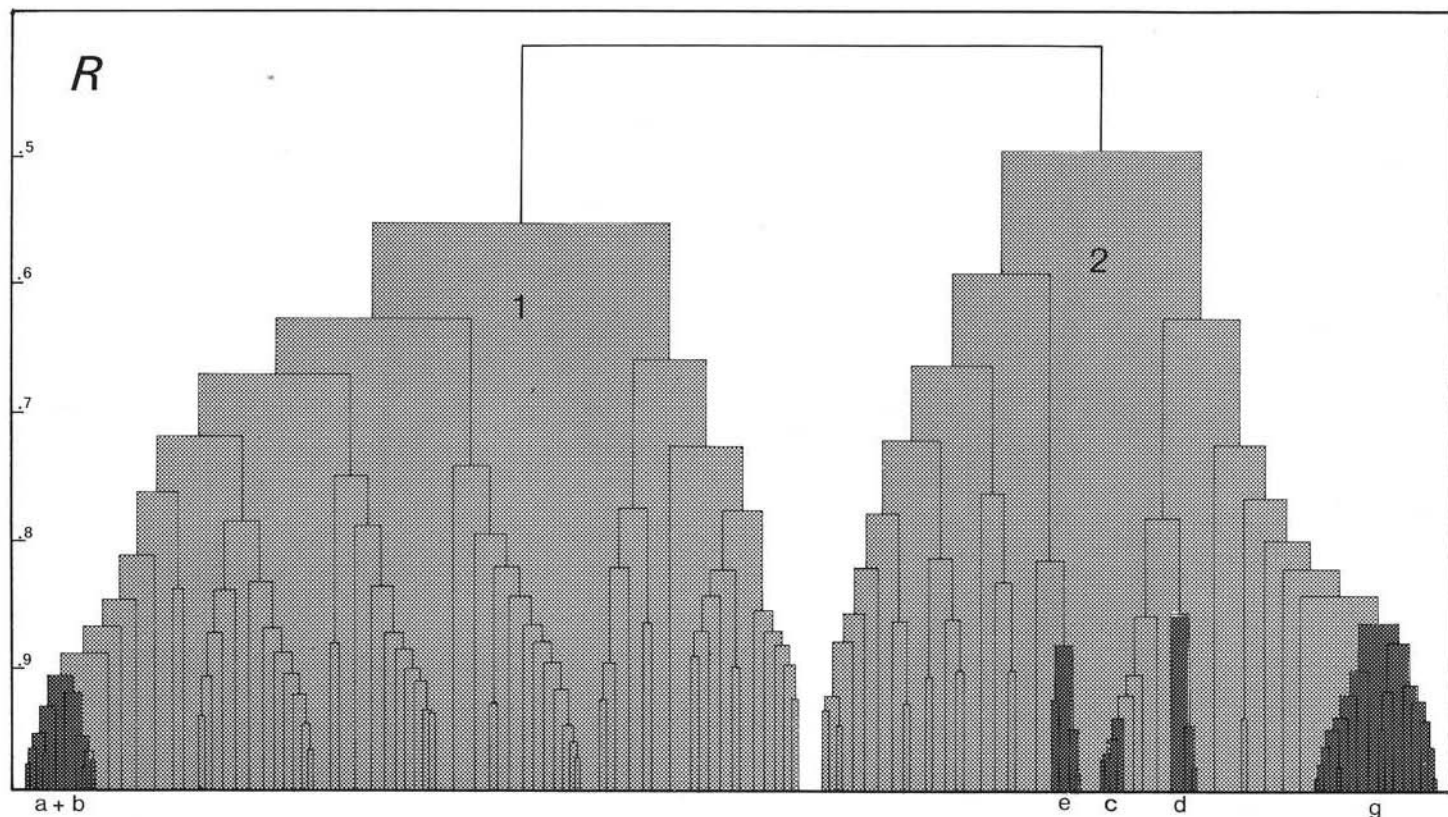


Fig. 3. — Dendrografo ottenuto dall'applicazione del coefficiente di correlazione. — Spiegazione dei simboli: 1: gruppo comprendente eclogiti di Tipo A e parte di Tipo B. Di queste ultime le meglio correlate sono quelle della regione dell'Oetztal (MILLER, 1970) indicate con i simboli *a* e *b*. 2: gruppo costituito da eclogiti di Tipo B e C. Le correlazioni più evidenti (tono scuro) sono rappresentate dalle eclogiti dell'Oetztal e dell'Hoechgrössen (RICHTER, 1973) indicate con i simboli *c*, *d*; il simbolo *e* rappresenta l'associazione ricorrente di due eclogiti dell'Oregon (Tipo C, GHENT e COLEMAN, 1973) con quelle di Tipo A descritte da DALLMEYER (1974); il simbolo *g* indica le eclogiti anfiboliche del Gruppo di Voltri (BOCCHIO e MOTTANA, 1974).

## Interpretazione

L'applicazione del dendrografo allo studio delle eclogiti ci ha permesso di ottenere i risultati illustrati nelle figg. 1, 2, 3. Da queste e dai tabulati associati, si è confermata la validità dei risultati ottenuti in precedenza e si è potuto precisare in modo assai più accurato il significato del comportamento di alcuni individui o di gruppi di essi; si è infine giunti ad una valutazione abbastanza completa e documentata delle possibilità di impiego del dendrografo in studi petrochimici.

In particolare i dendrografi R, T e Q concordano nel distinguere abbastanza nettamente i 3 tipi di eclogiti di diversa origine (A, B, C) ed evidenziano anche alcune peculiarità di singoli individui o di piccoli gruppi la cui attribuzione all'uno o all'altro tipo era stata quanto mai ardua per la scarsità dei dati forniti dalla bibliografia. Tuttavia, come già si era visto in precedenza con altri metodi, la discriminazione permessa dai dendrografi non è nè immediata nè omogenea e varia con il tipo di matrice d'entrata; ogni diagramma, anzi, permette di effettuare raggruppamenti alquanto diversi che evidenziano diversi caratteri dei gruppi discriminati.

Il grafico Q (fig. 1) permette una distinzione chiara di tre gruppi di campioni (indicati in figura con i numeri 1, 2, 3) evidenziandone non solo la scarsa affinità, ma visualizzandone la struttura interna. Il gruppo 1 infatti si presta ad una ulteriore suddivisione in almeno quattro sottogruppi, composti da elementi di affinità assai disomogenea; dei 48 campioni rappresentati in esso, 25 sono eclogiti di tipo B, che sono presenti quindi nella quasi totalità; è interessante notare inoltre che uno dei quattro sottogruppi è invece quasi completamente costituito da elementi di tipo A.

Il gruppo 2 contiene prevalentemente le eclogiti di tipo A (42 su 45) ed in esso si possono individuare tre sottogruppi, caratterizzati da una affinità omogeneamente scarsa e non facilmente giustificabile dal punto di vista geologico.

Il gruppo 3, composto in maggioranza da elementi di tipo C (33 su 42), può essere distinto in un sottogruppo principale piuttosto omogeneo e ad alta affinità, comprendente 22 elementi di tipo A e di tipo C.

Questo diagramma riflette quindi in modo abbastanza fedele gli aspetti principali della struttura dei dati delle eclogiti già evidenziati dall'analisi fattoriale; il risultato era del resto prevedibile dal momento che l'entrata al dendrografo è in questo caso costituita da una matrice ricavata elaborando i risultati dell'analisi modo Q.

Nel diagramma T (fig. 2) vengono accentuate le differenze dei modi di associazione delle eclogiti dei tre tipi: il tipo C costituisce infatti un gruppo (indicato con 3 nella figura) di elementi strettamente associati la cui reciproca affinità petrochimica è evidenziata dalla ridotta dimensione del grafo lungo l'asse  $x$ . Come si è già osservato nel diagramma Q, anche in questo grafo gli elementi di tipo B tendono a prevalere (24 su 30) entro il gruppo 2 ad affinità abbastanza elevata, anche se meno marcata che nel gruppo 3.

Il gruppo 1 contiene in prevalenza eclogiti di tipo A, la cui scarsa omogeneità è evidenziata da una maggiore dispersione lungo l'asse  $x$ ; si osserva tuttavia una maggiore affinità fra sottogruppi ed elementi singoli chiaramente individuata dalla diversa altezza dei livelli di associazione (asse  $y$ ).

Il diagramma T permette di discriminare assai nettamente i vari gruppi e sottogruppi sia a livello di affinità (asse  $y$ ), sia a livello di distanza reciproca (asse  $x$ ) ed inoltre evidenzia la differente omogeneità dei gruppi stessi. Se infatti analizziamo la struttura di ciascun gruppo, vediamo che nel gruppo 1 ai due sottogruppi principali, rispettivamente di 27 e 17 elementi di tipo A, si affiancano sottogruppi minori ed individui dispersi. Nei gruppi 2 e 3 invece è possibile riconoscere rispettivamente 3 e 2 sottogruppi abbastanza ben collegati fra loro e scarsamente disturbati da elementi dispersi.

Il diagramma R (fig. 3) presenta una interpretazione assai meno agevole e apparentemente è meno significativo dei due precedenti. In esso infatti si possono distinguere due grandi gruppi, il primo dei quali (gruppo 1, 74 individui) comprende quasi tutte le eclogiti di tipo A, mentre il secondo di 61 raggruppa la maggioranza dei tipi B e C (gruppo 2). È possibile individuare entro il gruppo 1 un primo sottogruppo, discretamente ben associato, interamente costituito da eclogiti di tipo B provenienti dalla regione dell'Oetztal (MILLER, 1970; RICHTER, 1973; *a* e *b* in figg.) ed un secondo sottogruppo entro il gruppo 2 comprendente le eclogiti anfiboliche del Gruppo di Voltri (BOCCHIO e MOTTANA, 1974) e classificate di tipo C (*g*).

Nessuna altra suddivisione in sottogruppi sembra essere significativa, in quanto i rimanenti individui si disperdono nel diagramma, riuniti al più in gruppetti a scarsa associazione.

Se si esamina in dettaglio la struttura fine dei dendrografi si possono riconoscere alcune associazioni ricorrenti in tutti e tre i diagrammi. Poichè infatti la disposizione dei singoli individui all'interno dei grafi che rappresentano i sottogruppi, è legata al tipo di parametro impiegato per la costruzione del dendrografo, la persistenza di queste associazioni indica che l'affinità petrochimica degli individui associati è particolarmente stabile.

In particolare un'ottima associazione è stata dimostrata dalle eclogiti di tipo C: come si è già accennato descrivendo il diagramma R, anche nei dendrografi Q e T si individua un sottogruppo ad alto grado di affinità corrispondente alle eclogiti del « Gruppo di Voltri » che sono connesse, in minor grado ma sempre in modo definito, con le eclogiti della California (COLEMAN et al., 1965), dell'Oregon (GHENT e COLEMAN, 1973) (*f*, *g*, *h* in figg. 1-2) e con quelle del Monviso (MOTTANA, com. pers.).

Analogamente, anche le eclogiti di tipo B tendono, in alcuni casi, ad associarsi a livello strettamente regionale, formando così sottogruppi di rocce analizzate dallo stesso autore (Hoechgrössen: RICHTER, 1973; Alpe Arrami (Bellinzona): BOCCHIO,



1975; *c, d, i* in figg. 1-2) o in qualche caso analizzate da autori diversi (Oetzal: MILLER, 1970; RICHTER, 1973; *a, b, c, d* in figg.).

Oltre a questi gruppi ricorrenti, accomunati da indubbia affinità petrochimica e geologica, è possibile identificare nei tre diagrammi altri insiemi di elementi, associati a buon livello, ma non altrettanto giustificati dal punto di vista geologico e petrografico; citiamo per esempio la stretta associazione tra due analisi di eclogiti dell'Oregon (tipo C, GHENT e COLEMAN, 1973) e quelle descritte da DALLMEYER (1974) come lenti nella peridotite intrusiva della regione degli Appalachi e classificate di tipo A (*e* in figg.).

La maggior parte delle eclogiti di tipo A, viceversa, pur essendo ben definite dal punto di vista geologico-petrografico, non mostrano di regola associazioni stabili, nè tendenza autonoma. Si può infatti notare che nei diversi diagrammi esse presentano scarsa affinità e bassa associazione, il che comporta la frequente dispersione di individui isolati o di piccoli gruppi e la conseguente associazione con eclogiti di altro tipo.

È infine evidenziato in tutti e tre i diagrammi il carattere anomalo di alcune analisi che si presentano sempre disperse, cioè sempre associate, con basso grado di affinità, a gruppi diversi: nella maggior parte dei casi si tratta di rocce di posizione geologica non chiara (GELMAN e NEKRASOV, 1968) o petrograficamente non ben definite (COGULU, 1967) o ancora, caratterizzate da un chimismo deviante rispetto a quello medio del tipo di attribuzione (DAL VESCO, 1953: eclogite a cianite dell'Alpe Arrami; BOCCHIO e MOTTANA, 1974: anfibolite albitica fortemente retrocessa, eclogite brecciata del Gruppo di Voltri).

## Conclusioni

Dalle analisi geomatematiche eseguite e dallo studio comparato dei risultati ottenuti per mezzo del dendrografo, si può concludere che questo rappresenta un mezzo assai utile per evidenziare graficamente il raggruppamento delle eclogiti in diversi tipi e per definire il comportamento anomalo di individui aberranti, solo apparentemente associati a serie meglio definite.

Il particolare carattere petrochimico delle eclogiti permette inoltre di utilizzare i dendrografi per effettuare raggruppamenti e discriminazioni non solo in base all'associazione tra individui, ma anche in base all'omogeneità del loro carattere associativo e alla loro dispersione. Si è visto infatti che, mentre le eclogiti di tipo C evidenziano nel dendrografo la loro ridotta variabilità petrochimica, riunendosi in un sottogruppo il cui grafo è sempre ben delimitato, le eclogiti del tipo A, assai meno omogenee, sono caratterizzate da una maggior ampiezza del grafo, dal minor grado di associazione e soprattutto dalla loro sistematica interpenetrazione con gli altri tipi. Se ne può dedurre che, tra le particolari cautele da adottare nell'interpretazione dei dendrografi, è fondamentale quella di analizzare attentamente, oltre

che la differente dispersione dei gruppi e la loro composizione, anche la distanza complessiva fra i loro elementi.

È opportuno perciò non trascurare l'originaria classificazione delle eclogiti in tipi diversi, il che equivale a fare intervenire, nell'interpretazione, informazioni supplementari geologiche e petrologiche, cioè informazioni di tipo non numerico e forse nemmeno quantizzabili. Infatti, come si è accennato, la distinzione dei tipi di eclogiti si basa esclusivamente su criteri genetici e geologici, prescindendo dal loro chimismo. La stessa definizione del termine « eclogite » d'altra parte, comporta una ridotta variabilità delle paragenesi e quindi una stretta convergenza petrochimica; quest'ultima a sua volta, dato che la somma dei componenti determinati analiticamente tende ad un valore costante, rende particolarmente sensibili agli effetti di « chiusura » i parametri standardizzati per media e varianza, come il coefficiente di correlazione. Poichè il dendrografo elabora i dati ottenuti da trattamenti geomatematici diversi ne eredita di conseguenza i caratteri peculiari: si è già accennato infatti alla coerenza dei grafi del diagramma Q con i risultati ottenuti dall'analisi fattoriale; altrettanto logico sarà quindi non attendersi un'alta significatività dal diagramma R, influenzato dall'effetto di « chiusura ».

Nel caso delle eclogiti il dendrografo si presta quindi abbastanza scarsamente ad operare discriminazioni a scopo di classificazione e tanto meno si presta ad essere impiegato come tecnica « esplorativa » per studiare una serie di dati di struttura sconosciuta. Il suo impiego è assai più appropriato invece in elaborazioni conclusive al termine di analisi geomatematiche complete. È anche per questo motivo che il DENDRO è stato strutturato da noi come elemento modulare di un sistema di trattamento geomatematico più ampio e generalizzato di basi di dati geologici.

*Ringraziamenti.* — Ringraziamo il prof. ANNIBALE MOTTANA per la lettura critica del manoscritto e il sig. P. VISMARA per la messa a punto dei programmi.

#### BIBLIOGRAFIA

- BOCCHIO R. (1975) - *Le eclogiti retrometamorfiche di Gorduno (Canton Ticino, Svizzera)*. Per. Miner., 44 (2) (in stampa).
- BOCCHIO R., MOTTANA A. (1974) - *Le eclogiti anfiboliche in serpentina di Vara (Gruppo di Voltri)*. Rend. SIMP, 30, II, 855-891.
- BOCCHIO R., POTENZA R., MOTTANA A. (1976) - *Petrochemical differentiation of eclogites in ultramafic rocks*. Krystalinikum (in stampa).
- COGULU E. (1967) - *Etude pétrographique de la région de Mihaliççik (Turquie)*. Schweiz. Miner. Petr. Mitt., 47, 683-824.
- COLEMAN R. G., LEE D. E., BEATTY L. B., BRANNOCK W. W. (1965) - *Eclogites and eclogites: their differences and similarities*. Geol. Soc. Amer. Bull., 76, 483-508.

- DALLMEYER R.D. (1974) - *Eclogite inclusions in an alpine peridotite sill, Georgia-North Carolina; their chemistry and petrogenetic evolution*. Am. J. Sci., 274, 356-377.
- DAL VESCO E. (1953) - *Genesi e metamorfosi delle rocce basiche e ultrabasiche nell'ambiente mesozonale dell'orogene pennidico*. Schweiz. Miner. Petr. Mitt., 33, 173-480.
- GELMAN M. L., NEKRASOV G. YE. (1969) - *Mezozojskie Eklogity P-ovatajgonos*. Geol. i. Geophys., 12, 32-39.
- GHEENT E. D., COLEMAN R. G. (1973) - *Eclogites from Southwestern Oregon*. Geol. Soc. Am. Bull., 84, 2471-2488.
- HARMAN H. H. (1960) - *Modern Factor Analysis*. University of Chicago Press, 469 p.
- KLOVAN J. E., IMBRIE J. (1971) - *An algorithm and FORTRAN IV program for large-scale Q-mode factor analysis and calculation of factor scores*. Jour. Math. Geol., 3, 61-67.
- MCCAMMON R. B. (1968) - *The dendrograph: a new tool for correlation*. Geol. Soc. Am. Bull., 79, XI, 1663-1670.
- MCCAMMON R. B., WENNIGER G. (1970) - *The dendrograph*. Kansas Geol. Survey Computer Contr., 48.
- MILLER CH. (1970) - *Petrology of some eclogites and metagabbros of the Oetztal Alps, Tirol, Austria*. Contr. Miner. Petr., 28, 42-59.
- ONDRICK C. W., SRIVASTAVA G. S. (1970) - *Corfan-Fortran IV computer program for correlation factor analysis (R- and Q-mode) and varimax rotation*. Kansas Geol. Survey, Computer Contr., 42, 92 p.
- RICHTER W. (1973) - *Vergleichende Untersuchungen an ostalpinen Eklogiten*. Tsch. Miner. Petr. Mitt., 19, 50 p.
- SOKAL R. R., SNEATH P. H. A. (1963) - *Principles of numerical taxonomy*. W. H. Freeman & Co., San Francisco, 359 p.