

F. TONANI

RICERCHE DI METODOLOGIA GEOCHIMICA, VI:
SULLA DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA DEI CONTENUTI
DEGLI ELEMENTI CHIMICI NELLE ROCCE INTRUSIVE

La distribuzione di frequenza dei valori delle concentrazioni degli elementi chimici nelle rocce (chiamate in breve «variabili geochimiche») costituisce un problema recentemente discusso nella letteratura geochimica.

La natura di queste distribuzioni ha anzitutto un interesse strettamente tecnico nello studio statistico dei sistemi naturali, inteso nel senso più ampio, che ha una sua ben definita posizione logica nello studio di tali sistemi dal punto di vista chimico. Essa non ha però un interesse generale di principio, perchè il problema di quale sia la natura delle distribuzioni di frequenza delle variabili geochimiche non può avere soluzione generale, ma dipende dal criterio di campionamento in primo luogo, e, congiuntamente, dalla struttura del sistema campionato. Questa a sua volta dipende da come risulta definito operativamente il sistema sottoposto a campionamento, e tale definizione operativa del sistema da campionare non è affatto, in generale ed a priori, univoca.

Il carattere delle distribuzioni può venire studiato a priori per il caso in cui si verificano particolari schemi; è importante in linea di principio la circostanza che si può sempre adottare un criterio di campionamento da un sistema non rigorosamente omogeneo tale che la distribuzione delle variabili geochimiche si avvicini quanto si vuole alla distribuzione normale. Fissato in qualche modo il «criterio di campionamento», allora la distribuzione riflette la «struttura» del sistema campionato. In altre parole soltanto precisando un certo schema, cioè il criterio di preparazione dei campioni e la struttura del sistema da campionare, si pone un ben definito problema di campionamento.

E' impossibile decidere della vera natura di una distribuzione di una variabile geochimica con un numero limitato di dati senza precisare uno schema nel senso sopra specificato. Preciso un tale schema, si può invece decidere per via empirica anche con un numero relativamente modesto di dati se è o no significativa la discrepanza tra la distribuzione aspettata e quella osservata. A parte altre questioni che qui non si toccano, ricordiamo che questo cosiddetto « schema » definisce in sostanza le ipotesi da sottoporre a prova, e sarà in tal senso generalmente « composito ».

Uno schema ammissibile ad esempio è quello di una roccia cristallina, formata in una configurazione di equilibrio termodinamico, ma non meccanico: condizione necessaria questa per discutere il caso più semplice di una roccia non « stratificata », o, in altre parole, statisticamente omogenea. I campioni vengono costituiti prelevando da tale sistema frazioni contigue (è il caso pratico comune dei campionamenti a scopo geologico-petrografico).

Le distribuzioni risultanti derivano, in senso lato, dalla distribuzione binomiale; se il peso dei singoli campioni cresce la distribuzione si avvicina alla normale, e ad esempio la distribuzione dei contenuti dei costituenti di minerali fondamentali convergerà molto rapidamente verso di essa. Il caso della omogeneità statistica è particolare perché per campioni abbastanza grandi affinché abbia un senso parlare di tale omogeneità, il « criterio di campionamento » è irrilevante. Si dimostra ad esempio che invece la natura della distribuzione delle variabili geochimiche riflette in una certa misura la distribuzione delle dimensioni dei domini omogenei chimicamente. Si possono immaginare così distribuzioni asimmetriche, approssimativamente log normali; tutte però convergono verso la distribuzione normale al crescere del peso di ciascun campione.

Vengono discussi esempi tratti dalla letteratura, come quello del vanadio in dei gneiss-graniti svedesi, e quello dello zirconio in un granito (Lundegaerth ed Ahrens risp.). Altri esempi sono tratti dai controlli di omogeneità su intrusioni granodioritiche toscane. Si tratta di distribuzioni prossime alla normalità, come nel caso di Na e K, ovvero a due massimi come nel caso di Sr e segnatamente Ba.

In un test di omogeneità l'ipotesi da provare corrisponde ad uno schema nel senso prima accennato. Definito il criterio di campiona-

mento, la struttura del sistema può venir studiata attraverso la distribuzione di frequenza delle variabili geochimiche (fra le altre). In relazione a questo caso si può discutere della esclusione di campioni « anormali » nel definire la forma di una distribuzione.

E' notevole il caso in cui il campionamento viene eseguito in modo diverso da quello familiare per il caso di studii geologici e petrografici. Questo avviene se il problema è la stima di una variabile geochimica per un certo sistema: è infatti noto l'uso di campioni compositi nella letteratura geochimica. Questo corrisponde alla più rapida possibile convergenza della distribuzione verso la normalità, ed alla maggiore « efficienza » del campionamento (cioè al minor numero di analisi per una data incertezza della stima, e viceversa).