

It is reasonable to assume that the splitting on the M2 site is only due to the smaller Fe, Mg cations, which tend to move along the diad axis towards the 1 and 02 oxygens, so as to form a distorted pyramid similar to that found in $Zn_2Si_2O_6$. The inverse correlation observed between the equivalent thermal factors of M2 and 02 and the Ca + Na content is in agreement with this hypothesis; high resolution difference Fourier maps performed on low Ca + Na samples show in fact the splitting of 02, which is strongly underbonded and tends to improve its charge balance by moving towards the divalent cations occurring in M2'.

X-ray refinements carried out by considering Ca + Na in the M2 position of diopside and hedenbergite and Mg + Fe in that of clinoenstatite and clinoferrrosilite resulted in final disagreement indexes lower than those previously obtained by using the position of the residual peak in the difference Fourier map. After this treatment, the final difference Fourier map is featureless.

* C.N.R. Centro Studio Cristallografia Strutturale, Pavia. ** C.N.R. Centro Studio Orogeno Alpi Orientali, Padova. *** C.N.R. Centro Studio Geologia Strutturale Dinamica Appennino, Pisa.

SCANDALE E.* , STASI F.* - *Sui difetti planari di crescita in monocristalli naturali di Berillo*

Vengono illustrati i risultati di una dettagliata analisi del contrasto di diffrazione di un difetto planare di crescita osservato in un monocristallo di Berillo brasiliano. L'interesse per il suddetto difetto planare consiste nel fatto che esso è un difetto di impilamento (stachin-fault) del tutto casuale, dipendendo unicamente da variazioni locali di accrescimento. Il difetto è caratterizzato attraverso il vettore reticolare R che rappresenta lo spostamento della porzione di cristallo al di sotto del difetto rispetto a quella al di sopra. Il contrasto di diffrazione è originato dallo sfasamento subito dai $r.X$ nell'attraversamento del difetto planare, come risulta dall'espressione $F^b = F^r \exp(i\delta)$ ove $\delta = 2\pi g.R$, g è il vettore del reticolo reciproco corrispondente eccitata.

L'analisi del contrasto ha consentito di stabilire che i più piccoli vettori che descrivono il difetto sono $\pm [0001]$.

Questi vettori sono associati rispettivamente alla condensazione di uno strato di vacanze o di atomi interstiziali. È quindi importante ai fini della ricostruzione della storia di crescita la distinzione fra difetti intrinseci (+R) ed estrinseci (-R). Questa distinzione può essere fatta mediante lo studio della intensità diffratta $I_{D(hkl)}$ alla superficie di uscita. L'esame delle frange di diffrazione consente di affermare che il difetto è dovuto all'inserzione di un ex-trapianto di atomi interstiziali condensati. La conclusione sulla natura estrinseca del difetto di impilamento è in perfetto accordo con la ricostruzione della storia di crescita del cristallo.

* Dipartimento Geomineralogico, Università di Bari.

SCUDELER BACCALLE L.* - *Distribuzione del Mn in biostromi algali aquitaniani della fascia pedemontana tra Paderno del Grappa e Vittorio Veneto (Treviso)*

Per misurare il Mn legato al reticolo carbonatico, moduli algali (Rodoliti) aquitaniani sono stati analizzati secondo la metodologia di DUCHI e VINCI (1980).

I risultati suggeriscono che i campioni analizzati possono essere divisi in due gruppi geograficamente distinti: uno a Oriente del Piave con tenore medio in Mn di 47 ppm (28,4% in più rispetto a corrispondenti forme di Rodoficce attuali, MILLIMAN, 1974) e uno a Occidente del Piave con valori medi di 30 ppm (15,7% in meno rispetto alle attuali).

Nel tentativo di trovare una spiegazione a questi diversi contenuti, che, a prima vista, sembrano indipendenti dalle caratteristiche sedimentologiche del deposito, dal residuo insolubile e comunque non influenzate dall'associata frazione silico-clastica (L. SCUDELER BACCALLE e F. MARUSSO, 1982), è in preparazione lo studio per gli stessi campioni della distribuzione di Mg, Sr, Fe, Na e K. Se anche questi elementi in traccia rivelassero comportamenti distinti nelle due zone, potrebbero suggerire differenti apporti e/o diverse modalità di circolazione dei fluidi diagenetici.

* Istituto di Mineralogia e Petrologia dell'Università di Padova.

UNGARETTI L.* , OBERTI R.* , CANNILLO E.* , SMITH C.D.** - *Discrimination of petrogenetic conditions by means of X-ray single crystal refinements on clin amphiboles*

Crystal-chemical parameters (cell dimensions, bond distance and angles, mean atomic numbers per site) have been obtained with high confidence levels from over 400 X-ray single crystal refinements performed in our laboratory on an amphibole sampling which is representative of the possible physico-chemical conditions of crystallization. Site populations have been accurately determined by using an updated version of the program CORANF (CANNILLO et al., this meeting). In order to exploit this considerable amount of data, a systematic study has been undertaken in an attempt to determine the ranges of structural parameters and chemical compositions consistent with some specific P, T conditions of crystallization and also to find some reliable interrelationships between these factors.

Multiple discriminant analysis has been used to achieve this goal. 276 amphiboles from rocks of well known geological origin were used to calculate the discriminant equations which allow distinction between different populations. Founding on the promising results of a preliminary and less detailed work (UNGARETTI et al. IMA 1986, Abstract, p. 252), this starting set has been now divided into five groups: Ef = effusive and In = intrusive igneous rocks, excluding all samples with

indications of post-igneous metamorphic re-adjustment; Lp = low-pressure metamorphic rocks with no indications of $P > 10$ kbar; Hp = high-pressure metamorphic rocks with $P > 10$ kbar, Hy = richterites and arfvedsonites, for which hydrothermal conditions have been suggested.

In the first approach, only structural parameters and the mean atomic numbers in the cationic sites were used as discriminating variables. The results show that these five populations are rather well separated: the statistical tests indicate high discriminating power and all the samples are classified in agreement with petrological observations, i.e. 100% efficiency with 36 selected variables and Wilks' $\Lambda = 0.00002$.

As chemical compositions are more easily available than structure refinements, a second run has been carried out using the site populations obtained from CORANF. In particular, the 11 variables $(Na, K)_A (Ca, Fe, Na)_{M4} (Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mg, Ti, Al)_{Oct} Al_{tet}$, which should give a better representation of the amphibole composition than the usual EMP analysis, were used as discriminating variables. The results are still very good (Wilks' $\Lambda = 0.0055$), even if a slightly lower classification efficiency is achieved (100%, 72%, 97%, 96%, 100% for the five groups respectively).

A third approach, in which only the raw results of the X-ray refinements — i.e. atomic coordinates and mean atomic numbers in the cationic sites — were considered, yielded results similar to those obtained in the first run (Wilks' $\Lambda = 0.00029$, 100%, 96%, 100%, 99%, 100% classification efficiency).

In conclusion, a set of equations has been derived which allows petrogenetic classification with high confidence levels of any amphibole of unknown origin on the basis of the X-ray refinement only. When applied to samples coming from a series of rocks partially equilibrated under progressive high-P metamorphic conditions (Sesia-Lanzo Zone), they gave a pattern of classifications in complete agreement with the petrological observations.

* C.N.R. Centro di Studio per la Cristallografia Strutturale, Pavia. ** Laboratoire de Minéralogie, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

VOLTAGGIO M.*, ANDRETTA D.***, TADDEUCI A.** - *La datazione dei minerali di neoformazione con il metodo del $^{228}Th/^{228}Ra$: un controllo su di una brina cristallizzata da un pozzo geotermico nell'area di Cesano (Roma)*

L'eventuale situazione di non-equilibrio fra Th-228 ed il Ra-228 fornisce un metodo per datare minerali formati appena poche decine di anni fa. Per controllare la validità di questo metodo, è stata misurata l'età di una Aftitalite $(Na, K)_2SO_4$ depositata durante il «blow-out» di un pozzo geotermico a Cesano (Roma), il 25.12.1975.

In questo materiale il Th-232 è assente, mentre è presente il Th-228, ovviamente attraverso il decadimento del Ra-228. L'attività attuale di questo isotopo è stata misurata attraverso la separazione e l'elettrodeposizione del complesso isotopico del radio, ed il conteggio dell'attività alfa del Th-228 formatosi nel preparato dopo sei mesi.

Nei confronti di un'età reale dell'Aftitalite di 118 mesi e 10 giorni, si è ottenuta un'età di $115 \pm 32/-20$ mesi. L'errore è dovuto al limitato quantitativo di materiale usato per l'analisi, ma soprattutto al fatto che tale età si trova al limite inferiore del campo coperto dal metodo.

Utilizzando poi il valore calcolato del rapporto Ra-228/Ra-226 nel fluido geotermico, vengono discussi due modelli di interazione fluido-roccia: su queste basi si calcola che il periodo di permanenza del fluido nelle rocce incassanti è dell'ordine di alcune centinaia di anni.

* C.S. Geochimica Geocronologia delle formazioni recenti. C.N.R., Roma. ** Dipartimento Scienze della Terra, Università di Roma «La Sapienza».

ZUPPI G.M.* - *Application of nuclear techniques to arid-zone hydrology: 2-environmental isotope study of groundwater system in Azraq area (the bashemite kingdom of Jordan)*

The environmental isotope investigations have demonstrated:

- 1) Present-day recharge is important and significant in the basalt-shield. In the other zone, the present recharge of deep groundwater is very limited as shown by the rapid drop in ^{14}C and T values with distance from the basaltic cover inside the zone of artesian flow.
- 2) In the crystalline rocks it appears that direct infiltration occurs on catchment areas varying with altitude.
- 3) Seepage from wadis is an important mechanism of recharge of shallow groundwater in the basalt shield.
- 4) The wadi contribution to the deep aquifers appears to be very insignificant in the Wadi el Jasha and in wadi Shaumari zone.
- 5) Deep aquifers leak significantly upwards to the «sabhka» as supposed by previous hydrogeological studies.
- 6) Groundwater, in the central area of Azraq depression, are in hydraulic equilibrium with the swamp; they indicate, as expected, a great influence of evaporation effect, which is reflected, also by their chemical load. The salinity is at levels that can be tolerated only by some salt-resistant plants.

* Dipartimento Scienze della Terra, Università di Torino.