

**A T T I**  
**DELLA**  
**SOCIETÀ TOSCANA**  
**DI**  
**SCIENZE NATURALI**  
**RESIDENTE IN PISA**

**MEMORIE - SERIE A**  
**VOL. LXXXI - ANNO 1974**

## I N D I C E

### MEMORIE

CONATO V., SEGRE A. G. - Ciottoli di rocce sedimentarie nel golfo di Pozzuoli	Pag. 1
CONATO V., SEGRE A. G. - Depositi marini quaternari e nuovi foraminiferi dell'Antartide (Terra Victoria, Valle Wright) . . . . .	» 6
RAPETTI F., VITTORINI S. - Osservazioni sulle variazioni dell'ala destra del delta dell'Arno . . . . .	» 25
FIERRO G., PIACENTINO G. B., TUCCI S. - Caratteri morfologici e litogenetici di una «beach-rock» della Liguria Occidentale . . . . .	» 89
SICHINOLFI G. P., SHIGUEMI FUJIMORI - Petrology and chemistry of diopsidic rocks in granulite terrains from the brazilian basement . . . . .	» 103
PLESI G. - L'unità di Canetolo nella struttura di Bobbio (Val Trebbia), Montegropo (Val Gotra) e lungo la trasversale Cinque Terre-Pracchiola	» 121
MAGALDI D. - Caratteri e modalità dell'orientamento delle argille nell'orizzonte B di alcuni suoli . . . . .	» 152
ORLANDI P. - Note di mineralogia toscana. 2. - Minerali delle geodi dei marmi di Carrara . . . . .	» 167
GIANNELLI G., PASSERINI P. - A K/Ar dating of the pillow lavas of Castiglioncello del Trinoro (Southern Tuscany) . . . . .	» 185
LEONI L. - Le rocce silicee non detritiche dell'Appennino Centro-Settrionale . . . . .	» 187
FANCELLI GALLETTI M. L. - Analisi pollinica di sedimenti sovrastanti la panchina tirreniana di Torre del Fanale in Livorno . . . . .	» 222
DE GIULI C., HEINTZ E. - <i>Gazella borbonica</i> (Bovidae, Artiodactyla, Mammalia), nouvel élément de la faune villafranchienne de Montopoli, Valdarno inférieur, Pisa, Italia . . . . .	» 227
DE GIULI C., HEINTZ E. - <i>Croizetoceros ramosus</i> (Cervidae, Artiodactyla, Mammalia) de Montopoli, nouvel élément de la faune villafranchienne d'Italie . . . . .	» 241
GIANNETTI B. - Nuove ricerche petrografiche e petrogenetiche sulle lave fonolitiche della caldera vulcanica di Roccamonfina . . . . .	» 253
CAPORUSSO A. M., GIACOMELLI G., LARDICCI L. - On the reaction of tri-isobutylaluminium with pivalonitrile . . . . .	» 307
FICCARELLI G., TORRE D. - Nuovi reperti del gatto villafranchiano di Olivola .	» 312

RAGGI G., TREVISAN L. - Il bacino idrogeologico di Valdottavo in Val di Serchio . . . . .	» 323
DE MUNNO A., BERTINI V., MENCONI A., DENTI G. - Su alcuni nitroderivati del 3-fenil-1,2,5-ossadiazolo . . . . .	» 334
RIFFALDI R., LEVI-MINZI R. - Caratteristiche delle sostanze umiche estratte da rendzina . . . . .	» 343
FRANZINI M., LEONI L., ORLANDI P. - Mineralogical and geochemical study of K-feldspar megacrysts from the Elba (Italy) granodiorite . . .	» 356
LEONI L., RIVALENTI G. - An evaluation of the temperature and the volatile pressure during the crystallization of granitic rocks . . . . .	» 379
DE MICHELE V., GIUSEPPETTI G., ORLANDI P. - Anapaite di Castelnuovo dei Sabbioni (Craviglia, Arezzo) . . . . .	» 387
LEONI L., TROYSI M. - Ricerche sulla microdurezza dei silicati. I - Gli epidoti	» 397
<i>Elenco dei Soci per l'anno 1974</i> . . . . .	» 405
<i>Norme per la stampa di note e memorie sugli Atti della Società Toscana di Scienze Naturali</i> . . . . .	» 411

L. LEONI, M. TROYSI (\*)

## RICERCHE SULLA MICRODUREZZA DEI SILICATI I - GLI EPIDOTI

**Riassunto** — Vengono riportati i valori di microdurezza Vickers di alcuni campioni appartenenti alla serie clinzoisiti-epidoto, in orientazione nota e con carico di 100 grammi. Di 4 campioni si riportano anche le analisi chimiche.

I dati ottenuti permettono di concludere, entro gli errori sperimentali, che negli epidoti non esiste relazione tra microdurezza, direzione cristallografica e composizione chimica.

**Abstract** — Vickers microhardness values measured on some specimens of minerals of the clinzoisite-epidote series are reported.

The measures, performed by using a 100 grams load, are referred to different known orientations. From the obtained data it results that it is not possible to find any relation, for the epidotes, between microhardness, crystallographic direction and chemical composition.

### PREMESSA

Lo studio della durezza alla penetrazione dei minerali riveste una certa importanza sia per le sue possibili applicazioni in campo diagnostico sia per la dipendenza di questa proprietà da importanti caratteri dei corpi cristallini quali la simmetria, la sfaldatura, la natura dei legami chimici ecc..

Si è quindi ritenuto utile iniziare un ciclo di ricerche sulla durezza alla penetrazione (microdurezza Vickers o microdurezza Knoop) dei silicati sia per l'importanza che tali minerali hanno da un punto di vista naturalistico sia per la scarsità dei dati relativi ad essi.

---

(\*) Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Pisa.

Nel presente lavoro vengono presi in esame alcuni termini della serie isomorfa clinozoisite-epidoto al fine di mettere in evidenza anche eventuali relazioni tra composizione chimica e microdurezza.

#### CAMPIONI STUDIATI

Sono stati studiati alcuni campioni, di cui sei provenienti dal Museo di Mineralogia di Pisa ed uno dal Museo di Mineralogia di Firenze.

Le loro caratteristiche morfologiche sono riportate in tabella N. 1.

TABELLA 1

Campione	Località	Caratteristiche macroscopiche
1	Val d'Ala (Epidoto)	Cristallo di colore verde pistacchio, di ~ 02. cm nella direzione di massimo allungamento [010]; forme presenti: (001), (011).
2	Traversella (Epidoto)	Cristallo di colore verde scuro, di ~ 2 cm, allungato secondo [010]; forme presenti: (100), ( $\bar{1}01$ ), (001), ( $\bar{1}11$ ).
3	Traversella (Montacuto) (Epidoto)	Cristallo di colore verde scuro, di ~ 2 cm, allungato secondo [010]; forme presenti: (100), ( $\bar{1}10$ ), (111), ( $\bar{2}12$ ).
4	Traversella (Montacuto) (Epidoto)	Cristallo di colore verde scuro, di ~ 3 cm, allungato secondo [010]; forme presenti: (100), ( $\bar{1}02$ ), (001), (011).
5	Traversella (Montacuto)	Cristallo di colore verde scuro, di ~ 2 cm, allungato secondo [010]; forme presenti: (110), (100), ( $\bar{1}11$ ).
6	(Pinzgau, Tirolo)	Cristallo di colore verde scuro, di ~ 2,5 cm, allungato secondo [010]; forme presenti: (100), ( $\bar{1}02$ ), ( $\bar{1}01$ ), (001), (011).
7	Madagascar (Clinozoisite)	Cristallo di colore verde chiaro, di ~ 0,5 cm nella direzione di massimo allungamento [010]; forme presenti: (100), (001).

*Caratteristiche chimiche*

Di quattro campioni (campioni 1, 2, 3, e 7) è stata eseguita l'analisi chimica attraverso la fluorescenza a raggi X secondo la tecnica proposta da LEONI e SAITTA [1973].

La determinazione del contenuto in FeO, Na<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O è stata eseguita per via chimica.

Le analisi sono riportate in tabella N. 2 e con esse anche le relative formule calcolate sulla base di 13 (O, OH) (DEER W. A., HOWIE R. A., ZUSSMAN J. [1963]).

TABELLA 2

	Camp. 1	Camp 2	Camp. 3	Camp 4
SiO <sub>2</sub>	38.10	37.55	37.02	41.29
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.67	21.11	20.14	28.13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.06	15.41	17.18	3.74
FeO	0.11	0.20	0.15	0.26
MnO	0.04	0.21	0.17	0.05
MgO	0.83	0.015	0.062	0.27
CaO	23.51	24.04	24.27	24.56
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1.67	1.48	1.00	1.70
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	—	—	—	—
Numero di ioni sulla base di 13 (O, OH)				
Si	3.035	3.040	3.034	3.122
Al	—	—	—	—
Al	2.121	2.000	1.938	2.566
Ti	—	—	—	—
Fe <sup>3+</sup>	0.780	0.940	1.055	0.218
Mg	0.0984	0.002	0.005	0.018
Fe <sup>2+</sup>	0.007	0.013	0.010	0.017
Mn	0.003	0.014	0.012	0.0034
Ca	2.003	2.067	2.125	2.038
OH	0.890	0.800	0.60	0.980

*Caratteristiche roentgenografiche*

Di ogni campione è stato fatto uno spettro di polvere ai raggi X per stabilirne le caratteristiche strutturali. Sulla base dei dati da essi ricavabili è stato possibile osservare che tutti i campioni studiati sono riferibili a termini monoclinali (SEKI Y. [1959]).

## MISURE DI MICRODUREZZA

Le misure sono state eseguite con punta Wickers utilizzando l'apparecchio «Durimet Leitz».

Al fine di avere una omogeneità dei dati relativi a questa proprietà, il carico applicato è stato mantenuto costante ed è stato usato il peso di 100 grammi in quanto esso ha permesso di ottenere impronte sufficientemente grandi e non fratturate. Sebbene i campioni studiati siano stati selezionati tra quelli più caratteristici per ricchezza di forme e per favorevole predisposizione delle facce alle prove di microdurezza, non sempre è stato possibile eseguire le misure sulle facce naturali dei cristalli; in alcuni casi, infatti, si è resa necessaria una lucidatura superficiale a mano con abrasivi finissimi per non alterare le caratteristiche originali delle facce. Per quanto concerne il campione 1, proveniente dalla Val d'Ala, la presenza di facce molto irregolari e scabre non ha permesso ottenere superfici idonee a misure attendibili. Nonostante ciò si è ritenuto ugualmente opportuno eseguire su questo campione misure di microdurezza dato che dei tre termini più ricchi in  $\text{Fe}^{+3}$  analizzati era quello a contenuto inferiore.

Particolare cura è stata inoltre posta nella preparazione dei campioni per le misure. Poiché alcuni di essi presentavano una forma irregolare, al fine di rendere perfettamente parallela la faccia da esaminare rispetto al piano di appoggio dello strumento, è stato necessario inglobare il campione stesso in una matrice gessosa ed indi pressarlo.

I valori di microdurezza ottenuti sono riportati in tabella N. 3. Ogni valore rappresenta la media di almeno 4 misure ottenute da impronte molto nitide. Per ogni forma sono state effettuate 2 serie di misure di cui la prima (a) con una diagonale della impronta parallela ad un lato della faccia in esame (spigolo reale del cristallo) e la seconda (b) a  $45^\circ$  dalla prima (colonna 3, tabella N. 3).

## DISCUSSIONE DEI DATI

I valori di microdurezza riportati in tabella N. 3, relativi ai 4 campioni esaminati, mettono in evidenza quanto segue:

TABELLA 3

Campione	Faccia	Orientazione	Durezza Vickers
1 (Val d'Ala)	(001)	[010]	a = 806 b = 688
	(011)	[100]	a = 730 b = 794
2 (Traversella)	(100)	[010]	a = 1110 b = 1059
	(101)	[010]	a = 1143 b = 1096
	(001)	[010]	a = 1078 b = 1114
	(111)	[101]	a = 985 b = 1072
3 (Traversella)	(110)	[001]	a = 1135 b = 1096
	(100)	[001]	a = 1124 b = 1057
	(101)	[010]	a = 1104 b = 1135
	(111)	[101]	a = 1144 b = 1114
4 (Traversella, Montacuto)	(100)	[010]	a = 1158 b = 1147
	(102)	[010]	a = 1097 b = 1144
	(001)	[010]	a = 1142 b = 1130
	(011)	[100]	a = 1144 b = 1114
5 Traversella,	(110)	[001]	a = 1135 b = 1096
	(100)	[001]	a = 1124 b = 1057
	( $\bar{1}11$ )	[101]	a = 1144 b = 1114
6 (Pinzgau, Tirolo)	(100)	[010]	a = 1131 b = 1124
	( $\bar{1}02$ )	[010]	a = 1260 b = 1164

(Segue tabella 3)

Campione	Faccia	Orientazione	Durezza Vickers
	$\bar{1}01$	[010]	a = 1174 b = 1097
	(001)	[010]	a = 1110 b = 1096
	(011)	[100]	a = 1054 b = 1053
7 (Madagascar)	(100)	[010]	a = 1110 b = 1091
	(001)	[010]	a = 1118 b = 1087

- a) le misure di microdurezza eseguite su diverse facce di uno stesso cristallo sono fra loro molto simili. Considerando infatti che la deviazione standard delle misure eseguite è intorno a  $\pm 5\%$ , se ne conclude che il valore di microdurezza Vickers non fornisce — per questo gruppo di minerali — alcuna indicazione circa la variazione di tale proprietà con la direzione.
- b) facendo riferimento ai valori relativi alla composizione chimica (tabella N. 2) nonché ai valori di microdurezza (tabella N. 3) si osserva che non esiste relazione tra composizione e microdurezza. In particolare il termine quasi puro di Al clinozoisite del Madagascar: campione 7) presenta sostanzialmente gli stessi valori di microdurezza ottenuti per i termini ferriferi (epidoti di Traversella: campioni 2 e 3).

Fa eccezione il campione 1 della Val d'Ala i cui valori di microdurezza si discostano sensibilmente da quelli degli altri campioni. Tali variazioni non sono tuttavia spiegabili in termini di composizione chimica in quanto questo campione si colloca come chimismo tra il campione del Madagascar e quelli di Traversella (campioni 2 e 3).

Presumibilmente la diversità dei dati può essere spiegata con la diversità di condizioni di superficie perché, come già fatto osservare precedentemente, tale campione presenta facce molto irregolari e scabre. Le misure relative all'epidoto di Val d'Ala sono quindi probabilmente poco attendibili.

## BIBLIOGRAFIA

- FRANZINI M. (1966) - Ricerche sulla microdurezza dei minerali. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.*, Serie A, **73**, 1-2.
- LEONI L., SAITTA M. (1973) - X-ray fluorescence analysis of powder pellets utilizing a small quantity of material. *X-ray Spectrometry*, **3**, 74-77.
- SEKI Y. (1959) - Relation between chemical composition and lattice constants of epidote. *Amer. Min.*, **44**, 720-729.
- DEER W. A., HOWIE R. A. and ZUSSMAN J. (1962) - Rock-forming minerals. William Clowes and Sons, London.

(*ms. pres. il 17 dicembre 1974; ult. bozze 22 aprile 1975*).