

CATERINA RINAUDO
ALESSANDRO CROCE

Appunti per biologi su cristalli e minerali

Metodi non distruttivi
per la loro identificazione

UNIVERSITÀ

tab edizioni

© 2020 Gruppo editoriale Tab s.r.l.
viale Manzoni 24/c
00185 Roma
www.tabedizioni.it

Prima edizione novembre 2020
ISBN 978-88-9295-088-7

È vietata la riproduzione, anche parziale,
con qualsiasi mezzo effettuata, compresa la
fotocopia, senza l'autorizzazione dell'editore.
Tutti i diritti sono riservati.

*ad Antonio, Sophie, Federico e... Diego,
che ci ha regalato tanta gioia*
C.R.

*a mia madre e a Milena,
per il supporto e la pazienza*
A.C.

Indice

p. 11 Introduzione

13 Capitolo 1

Principi di cristallografia

1.1. Reticolo cristallino, 13

1.2. Celle elementari bidimensionali, 15

1.3. Operazioni di simmetria, 16

1.4. Effetti della combinazione di elementi di simmetria sulla cella elementare, 19

1.5. Reticolo tridimensionale, 20

1.6. Elementi di simmetria tridimensionali, 23

1.7. Reticoli tridimensionali, 28

33 Capitolo 2

Cristallochimica dei minerali

2.1. Raggi ionici, 33

2.2. Poliedri di coordinazione, 34

2.3. Regole del Pauling, 37

2.4. Vicarianza, 38

2.5. I silicati, 39

2.6. Nesosilicati, 44

2.7. Inosilicati, 46

2.8. Fillosilicati, 51

2.9. Tectosilicati, 60

2.10. Minerali non silicatici, 68

2.11. Scala di durezza, 75

Allegato: approfondimenti sull'amianto, 76

p. 85 Capitolo 3

Spettroscopia micro-Raman

3.1. Principi della spettroscopia Raman, 85

3.2. Strumentazione, 90

3.3. Vibrazioni reticolari, 92

97 Capitolo 4

Applicazione della spettroscopia micro-Raman allo studio degli "amianti"

4.1. Amianti da anfiboli, 97

4.2. Amianto da serpentino, 103

4.3. Minerali fibrosi non definiti dalla normativa "amianto", 106

4.4. Applicazione della tecnica a particelle adese sulla superficie delle fibre, 110

4.5. Applicazione a sezioni istologiche, 115

4.6. Applicazione della spettroscopia micro-Raman all'analisi di fasi minerali cristallizzate nell'ambiente biologico, 117

121 Capitolo 5

Microscopia elettronica a scansione con annessa microsonda in dispersione di energia

5.1. Strumentazione SEM/EDS, 121

5.2. Interazione tra elettroni e campione, 126

5.3. Caratteristiche delle emissioni e rivelatori, 127

5.4. Modalità operative del SEM/EDS, 133

5.5. Caratterizzazione delle fasi inorganiche tramite VP-SEM/EDS, 134

139 Capitolo 6

Applicazione della microscopia elettronica a scansione... con annessa microsonda chimica

6.1. Immagini SEM e spettri EDS delle fasi pure, 140

6.2. Analisi di sezioni istologiche, 144

6.3. Determinazione della fase minerale in corpuscoli dell'asbesto, 148

p. 153 Capitolo 7

Vantaggi e svantaggi del SEM/EDS e della spettroscopia micro-Raman

157 Bibliografia e testi consigliati

163 Indice dei nomi

Introduzione

Questo non vuole essere un libro di cristallografia o di mineralogia; molti sono i volumi in commercio che affrontano in modo approfondito le caratteristiche dei cristalli e dei minerali, alcuni di essi sono indicati nella bibliografia riportata in fondo al volume. L'intento di queste pagine è quello di offrire agli studenti di Biologia, che nel loro percorso di studi analizzano soprattutto il mondo organico, meno il mondo inorganico, le basi per comprendere le proprietà peculiari dei cristalli/minerali, sperando di risvegliare in essi un interesse che li indirizzi verso approfondimenti, che non avranno difficoltà a reperire nella vasta letteratura. Quindi dopo una esposizione della proprietà di "ordine reticolare" dello stato cristallino, vengono descritte le caratteristiche cristallografiche dei principali minerali, in particolare dei silicati. Questa scelta si basa sulla convinzione che, comprese le regole e i principi che nelle fasi minerali più importanti stanno alla base della costruzione tridimensionale della struttura cristallina per renderla energeticamente stabile, non sarà difficile per lo studente applicare quanto appreso anche quando deve approcciarsi con cristalli/minerali la cui struttura non è descritta nel presente volume. Infatti le relazioni tra i vari poliedri di coordinazione, costituenti la struttura cristallina, si basano su fattori geometrico-chimici, noti i quali non risulta difficile comprendere l'organizzazione tridimensionale della fase cristallina/minerale di interesse. In questo volume particolare attenzione è stata rivolta ai minerali definiti dalla normativa "amianti". Questo non soltanto perché le ricerche degli autori sono state e sono indirizzate verso queste fasi minerali, ma

anche perché hanno costituito, e purtroppo costituiscono ancora, un problema non indifferente per la salute umana. Nonostante molti studi scientifici, la relazione amianti-malattie ad essi correlate non sono ancora completamente identificate e chiarite. Se per alcune gravi patologie del sistema respiratorio, per il cancro alla laringe e per neoplasie ovariche è universalmente accettata una relazione con le fibre di amianto respirate/ingerite, per altre patologie, per esempio neoplasie gastro-enteriche, numerosi studi sono in corso per verificarne un'eventuale relazione. Sapere identificare queste fasi fibrose con certezza è un passo importante per difendere la popolazione in generale, e per evitare di propagare negli anni futuri i problemi sanitari che hanno colpito molte famiglie nel mondo e che in particolare in alcune aree del pianeta, dove gli amianti continuano ad essere lavorati ed utilizzati, colpiscono ancora. Una coscienza civica nasce anche e soprattutto dalla conoscenza e i biologi, chiamati in molte professioni – sanitarie, ambientali, di insegnamento – hanno certamente il compito di conoscere a fondo le caratteristiche di materiali che hanno un impatto così rilevante sulla salute. Per questo motivo nella descrizione delle tecniche ci si è concentrati a fondo sui metodi più performanti per l'identificazione certa delle fasi fibrose, e che non richiedono preventiva preparazione del campione. Due tecniche – SEM (Microscopia Elettronica a Scansione) e spettroscopia micro-Raman – sono secondo noi tecniche idonee. I risultati ottenibili sui minerali “amianti” vengono descritti nel dettaglio, anche con applicazioni su sezioni sottili di tessuti, utili nell'identificazione di queste fasi in tessuti di pazienti affetti da malattie amianto-correlate o da patologie di cui la connessione con gli amianti è in corso di verifica. Il percorso descritto per ottenere la corretta identificazione delle fasi “amianto” naturalmente potrà essere applicato al riconoscimento e caratterizzazione di altre fasi cristalline, che ogni studentessa/studente vorrà o dovrà individuare.

Ci auguriamo di aver offerto ai biologi uno strumento utile nella loro preparazione professionale, ma che abbia anche trasmesso conoscenza di strumenti e metodi per affrontare problemi che potrebbero trovarsi a dover risolvere durante la loro vita lavorativa.