

**ALLEGATO 3.**

# **IDENTIFICAZIONE QUALITATIVA DELLE FIBRE DI AMIANTO MEDIANTE LA TECNICA DELLA DISPERSIONE CROMATICA IN MICROSCOPIA OTTICA**

La tecnica della dispersione cromatica in microscopia ottica è particolarmente utile nell'identificazione delle particelle minerali.

Il principio ottico su cui si fonda è la variazione dell'indice di rifrazione dei minerali in funzione della lunghezza d'onda della luce che li attraversa; con l'aumentare di questa generalmente - pag. 48 - l'indice di rifrazione diminuisce. Sperimentalmente si osserva che la maggior parte dei liquidi ha una dispersione cromatica maggiore dei solidi.

Quando gli indici di rifrazione del minerale e del liquido in cui questo viene immerso, sono prossimi, in luce bianca, si producono fenomeni cromatici tanto più evidenti quanto più grande è la variazione dell'indice di rifrazione del liquido rispetto a quella del minerale.

Se consideriamo il punto in cui si intersecano le curve di dispersione del minerale e del liquido, in quel punto (a quella stessa lunghezza d'onda) liquido e solido hanno lo stesso indice di rifrazione.

La luce di quella lunghezza d'onda attraverserà indeviata il sistema solido-liquido mentre la luce di altre lunghezze d'onda passando dal solido al liquido devierà verso la normale al bordo in maniera diversa a seconda che sia minore o maggiore l'indice di rifrazione. Tali deviazioni dipendono infatti dalla differenza tra gli indici del solido e del liquido per le varie lunghezze d'onda.

Nel caso di sostanze isotrope e minerali monorifrangenti, che possiedono cioè un solo indice di rifrazione, l'unica colorazione che questo tipo di particelle assumono in un determinato liquido, serve come mezzo di identificazione.

I minerali di amianto, ad eccezione dell'antofillite che cristallizza nel sistema ortorombico, cristallizzano nel sistema monoclinico e sono quindi birifrangenti. Generalmente le fibre di amianto hanno l'indice di rifrazione maggiore  $n_g$  parallelo alla direzione allungata della fibra mentre l'indice di rifrazione inferiore  $n_a$  si trova nella direzione perpendicolare. Per la sola crocidolite, che ha una orientazione ottica negativa, avviene il contrario.

Considerando i due indici di rifrazione principali,  $n_g$  ed  $n_a$ , a ciascuno di essi corrisponderà quindi una curva di dispersione cromatica distinta.

Di conseguenza durante l'osservazione del minerale in un liquido ad indice di rifrazione intermedio, che interseca con la sua curva quelle dei due indici di rifrazione principali, si avrà una sovrapposizione degli effetti cromatici. Ciò viene superato con l'illuminazione del preparato tramite luce polarizzata piana. Ogni particella, in tal modo, presenterà gli effetti cromatici caratteristici di ogni singolo indice di rifrazione quando la loro direzione di vibrazione coincide con quella della luce polarizzata.

Per evidenziare tali colorazioni relative agli indici di rifrazione  $n_g$  ed  $n_a$ , bisognerà porre la direzione allungata della fibra prima parallelamente e poi perpendicolarmente alla direzione di vibrazione del polarizzatore.

## LIQUIDI AD ALTA DISPERSIONE.

Per identificare i diversi tipi di fibre di amianto, per mezzo di tale tecnica, sono necessari liquidi ad alta dispersione dell'indice di rifrazione.

Miscele con le caratteristiche richieste si possono preparare partendo da alcuni liquidi organici come cianato di etile, ioduro di metilene, iodomercurato di potassio e nitrotoluolo.

In commercio esistono liquidi con le caratteristiche ottiche necessarie, con indice di rifrazione nell'intervallo di 1,50 e 1,80. Risultano particolarmente utili i liquidi ad indice di rifrazione uguale a 1,55, 1,58, 1,67, 1,70. Necessario per l'impiego della tecnica di dispersione è innanzitutto l'allineamento del sistema ottico e la necessità di una sorgente luminosa ad alta intensità (12 V, 50 W) e la realizzazione del campo scuro inserendo sotto il condensatore un diaframma circolare di diametro adeguato. È infatti indispensabile che l'apertura del fascio luminoso sia maggiore dell'apertura dell'obiettivo; poiché l'apertura dei normali condensatori per contrasto di fase è di 0,80, per questo tipo di osservazioni saranno necessari obiettivi di apertura inferiore a 0,80. Con i normali microscopi Leitz Ortoluz attrezzati per il contrasto di fase con condensatore ed obiettivi 10X, 25X e 4X occorre impostare i diaframmi del condensatore in posizione 3 per i primi due e in posizione 5 per il terzo obiettivo. Infine per l'osservazione a luce polarizzata sarà sufficiente utilizzare un filtro polarizzatore ruotante all'uscita della sorgente luminosa.

Vengono comunque indicati dal costruttore, per altri tipi di microscopio oggi comunemente in commercio, tutti i parametri necessari per tale tipo di osservazione. In tabella 1 si riportano i colori di dispersione che si ottengono per ogni singola varietà di amianto usando liquidi ad indice di rifrazione 1,55, 1,58, 1,67, 1,70, in campo scuro, in contrasto di fase e luce polarizzata.

Tale metodo permette un riconoscimento ottimale delle fibre di amianto aventi diametro superiore a 0,4  $\mu\text{m}$ . La sensibilità del metodo permette di valutare le parti per milione sia su un campione in massa che su campioni su filtro dopo aver separato naturalmente la matrice filtrante. Con tale tecnica è infine possibile passare all'osservazione in fase dello stesso campo visivo microscopico, il che ovviamente permette di ottenere ulteriori elementi di valutazione per l'identificazione delle fibre di amianto.

Per arrivare ad una valutazione della concentrazione dell'amianto in termini di peso è necessario trasformare il numero delle fibre osservate e la loro granulometria in un valore ponderale; ciò è possibile valutando in base alla dimensione delle fibre il loro volume. Macinando opportunamente il campione in laboratorio sino ad ottenere diametri delle fibre inferiori a 10  $\mu\text{m}$  è possibile affermare, come dimostrato in via sperimentale, che il numero delle fibre osservate con la tecnica descritta corrisponde in buona approssimazione al volume dell'amianto nel campione. Conoscendo il peso specifico delle singole varietà di amianto e delle matrici in cui queste si trovano è pertanto possibile risalire alla percentuale in peso dell'amianto presente nel campione.

Il limitato potere risolutivo, circa 0,25  $\mu\text{m}$ , di tale tecnica microscopica rende difficoltosa la valutazione delle fibre di diametro inferiore a 0,5  $\mu\text{m}$ ; inoltre la sua limitata profondità di campo non permette di ben focalizzare fibre che non si trovino perfettamente sul piano immagine del microscopio.

Tabella 1. - Colori di dispersione per le fibre di asbesto.