
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ACHILLE BLASI

**Identificazione delle varianti strutturali del
K-feldspato in sezioni sottili di rocce. Nota I**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 52 (1972), n.5, p. 773–782.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1972_8_52_5_773_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)*

SIMAI & UMI

<http://www.bdim.eu/>

Mineralogia. — *Identificazione delle varianti strutturali del K-feldspato in sezioni sottili di rocce* (*). Nota I di ACHILLE BLASI, presentata (**) dal Socio Corrisp. G. SCHIAVINATO.

SUMMARY. — To identify the structural variants of K-feldspar, the $2V$ angle and the orientation of the optical indicatrix referred to the crystallographic setting are significant. In this paper a method of optical investigation is described, that makes it possible to obtain precise information on the degree of Al/Si-order, the triclinicity and the sub-microscopic twinning, and also gives some indications on the composition of the K-feldspar. This method can be used during normal petrological investigations in that it requires only common thin sections of rocks and the universal stage. By means of it one can study even very small crystals, as well as crystals of different, coexisting generations: it therefore provides useful clues on the physical-chemical factors controlling, at different times, the formation of the rock. This method removes the limitations inherent in that of Marfunin (1961a), which cannot be applied to small crystals since it requires not only a universal stage but a one-circle goniometer and special goniometrically oriented thin sections also, obtained from cleavage fragments previously isolated from the rock. Besides the modifications concerning the investigated material and the apparatus, some new variations are suggested for the instrumental conditions and the elaboration and interpretation of the data.

The Nota I of the present paper concerns the universal stage procedures: systematical looking in the rock section for a crystal $\sim \perp [100]$ and suitable for the method itself; analysis of the devices by means of which an accurate determination of $2V_X$, with the direct method, as well as of the orientation of the optical indicatrix in relation with the crystallographic setting is possible. For the same crystal of K-feldspar the following elements are determined, either by a direct or an indirect method: $Z, Y, X, A, B, \perp (010), \perp (001), 2V_X, \perp (010) \wedge Z, \perp (010) \wedge Y, \perp (010) \wedge X, \perp (001) \wedge Z, \perp (001) \wedge Y, \perp (001) \wedge X, \Delta_{op}$, extinction angle on (010) , extinction angle on $(001), \perp (010) \wedge A, \perp (010) \wedge B, A_{san} \wedge A, B_{sarr} \wedge B$. The Nota II of the present paper concerns the elaboration of the data: stereographic projection $\perp [100]$ of the optical indicatrix on the basis of Laves's (1951 b) crystallographic setting for microcline; scrutiny of the structural and compositional meanings of the most important direct and indirect parameters; use of these parameters in diagrams which allow to recognize, characterize and classify the different structural variants; and eventually consideration of their relationships with those deduced by X-ray investigation.

I. INTRODUZIONE

Per lo studio dei (K, Na)-feldspati rivolto al riconoscimento delle diverse varianti strutturali è di grande importanza determinare, oltre alle proprietà röntgenografiche, anche l'angolo $2V$ e l'orientazione degli assi dell'indicatrice ottica rispetto agli elementi cristallografici fondamentali.

(*) Lavoro eseguito presso l'Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Milano, diretto dal prof. G. Schiavinato, nel quadro dei programmi del Centro di Studi sulla stratigrafia e petrografia delle Alpi Centrali del C.N.R..

(**) Nella seduta del 13 maggio 1972.

Marfunin (1961 a) ha mostrato che le determinazioni ottiche comunemente eseguite non sono sufficientemente accurate per stabilire la dipendenza delle relative proprietà da vari fattori; egli ha messo in rilievo, inoltre, che le determinazioni effettuate da diversi Autori su (K, Na)-feldspati in sezioni sottili di rocce sono da ritenersi in buona parte errate e che, fra queste, possono essere inclusi valori o combinazioni di costanti in contraddizione fra loro.

L'Autore sovietico ha pertanto elaborato un metodo di misura particolarmente accurato nel quale si impiegano frammenti di sfaldatura di (K, Na)-feldspati. Da questi si ricava una sezione all'incirca perpendicolare ai piani delle sfaldature $\{001\}$ e $\{010\}$; l'orientazione della sezione rispetto a tali piani viene determinata mediante goniometro a un cerchio, mentre l'orientazione degli elementi ottici rispetto a quelli cristallografici viene poi stabilita per via conoscopica al T.U..

La necessità di operare su sezioni goniometricamente orientate costituisce una notevole limitazione del metodo: infatti, nelle comuni indagini petrologiche non è sempre agevole ottenere simili sezioni, soprattutto a causa delle difficoltà tecniche che si frappongono quando la roccia in cui sono inclusi i (K, Na)-feldspati presenta grana particolarmente fine (Muir, 1962).

Ciò è stato riscontrato anche da chi scrive durante lo studio ottico, attualmente in corso, sui K-feldspati dei graniti del nucleo centrale del Massiccio Cristallino dell'Argentera, per i quali sono stati forniti da De Pol (1970) i risultati delle indagini röntgenografiche. La grana di tali graniti, e quindi quella dei K-feldspati in essi contenuti, varia in modo notevole, fino a divenire veramente molto minuta nelle varietà aplitico-microgranulari; ciò ha fatto sì che il metodo elaborato da Marfunin (1961 a) non potesse venire impiegato.

Tuttavia è stato possibile effettuare il riconoscimento per via ottica delle varianti strutturali del K-feldspato, applicando il metodo descritto nel presente lavoro. Esso utilizza solo il T.U., ma consente comunque uno studio sistematico di tutti i principali parametri cristallografici e ottici dei K-feldspati. Tale procedimento costituisce uno sviluppo organico e una modifica del metodo di indagine elaborato da Marfunin (1961 a) a causa di variazioni sostanziali concernenti l'oggetto della ricerca, le apparecchiature e le condizioni strumentali, l'elaborazione dei dati e la loro interpretazione.

Il metodo comporta l'impiego di normali sezioni sottili di rocce: si rende così possibile lo studio anche dei cristalli più piccoli e conseguentemente la sua diretta applicazione nelle usuali indagini petrologiche. In entrambi i metodi viene effettuata la determinazione degli stessi elementi cristallografici; ma, mentre nel procedimento di Marfunin (1961 a) si impiega il goniometro a un cerchio, in quello esposto in questa sede si utilizza il T.U.. La determinazione degli elementi ottici e di $2V$ viene effettuata da Marfunin (1961 a) conoscopicamente al T.U.. Poiché spesso è indispensabile operare anche per via ortoscopica nel presente lavoro viene discussa tale possibilità, per quanto le misure ortoscopiche siano difficilmente esenti da errori soprattutto quando

2V presenta valori bassi. In caso contrario, si è constatato che mediante opportuni accorgimenti si riescono ad ottenere determinazioni ancora sufficientemente accurate. Altre differenze riguardano l'elaborazione e la rappresentazione grafica dei dati, nonché la loro interpretazione; si prendono in considerazione, infatti, anche parametri determinati per via indiretta, la cui rappresentazione grafica in diagrammi opportuni, insieme con quella delle costanti misurate per via diretta, tiene conto di interpretazioni più recenti sullo stato strutturale dei K-feldspati.

L'illustrazione del metodo viene suddivisa, nel presente lavoro, in due Note distinte. Nella prima Nota si tratta delle operazioni da effettuare al T.U. e dei criteri che permettono di ottenere una accurata determinazione dei parametri cristallografici e di quelli ottici. Nella seconda Nota viene discussa l'elaborazione dei dati, prendendo in considerazione i parametri più significativi determinati per via diretta o indiretta, al fine di fornire, mediante opportuni diagrammi, informazioni atte a caratterizzare nel modo più completo possibile le differenti varianti strutturali del K-feldspato.

2. OPERAZIONI AL T.U.

2.1. *Generalità.*

Le osservazioni che hanno consentito la messa a punto del metodo qui di seguito esposto sono state eseguite in luce bianca per via cono- e/o ortoscopica; è stato impiegato un T.U. Zeiss (Oberkochen) a 4 assi, corredato di condensatore speciale UD 0,6 utilizzabile per osservazioni sia in cono- che in ortoscopia, segmento superiore di raggio ridotto ($r = 5,52$ mm) e segmento inferiore aventi $n_D = 1,516$, 4 obiettivi (2 per ortoscopia e 2 per conoscopia) e relativi diaframmi riduttori dell'apertura numerica.

Lo studio ottico dei K-feldspati può essere eseguito comunemente su sezioni sottili di roccia. Nei casi, però, in cui i litotipi in esame siano particolarmente poveri di K-feldspato è vantaggioso eseguire lo studio ottico del minerale su frazioni appositamente arricchite, semplicemente mediante separatore magnetico. In questi casi, infatti, sarebbe necessario un numero troppo elevato di sezioni sottili, poiché già quando la roccia è ricca di K-feldspato ne occorrono diverse per trovare sufficienti individui aventi i requisiti richiesti. Può essere utile, pertanto, cementare le frazioni meno magnetiche, contenenti K-feldspato e aventi dimensioni ≥ 80 mesh, mediante opportune resine indurenti, preferibilmente a freddo, in uno stampo avente formato 24×32 mm e spessore di qualche mm; a indurimento avvenuto, il provino può essere spianato e trasformato in sezione sottile. Tecniche analoghe vengono correntemente impiegate in sedimentologia e giacimentologia per lo studio ottico dei minerali in grani (cfr. Gilbert e Turner, 1949; Hagni, 1966).

La sezione di K-feldspato su cui si effettuano le determinazioni deve essere tagliata secondo un piano all'incirca contemporaneamente perpendicolare ai piani delle sfaldature $\{001\}$ e $\{010\}$. L'individuo deve essere il più possibile fresco; in caso contrario, la determinazione dell'orientazione degli

elementi cristallografici $\{001\}$ e $\{010\}$ rispetto al piano della sezione diviene molto poco attendibile o addirittura impossibile.

Sia che si operi in conoscopia, sia che si effettuino determinazioni di estinzioni in ortoscopia, la misura dei parametri ottici deve essere eseguita rigorosamente in un'area del K-feldspato che sia idealmente circolare, con raggio il più piccolo possibile compatibilmente col coefficiente d'ingrandimento dell'obiettivo usato: ciò affinché il settore esplorato sia il più possibile strutturalmente omogeneo. È importante che tale settore abbia il suo centro situato alla intersezione delle sfaldature $\{001\}$ e $\{010\}$, e che quest'ultima coincida con l'incrocio del reticolo dell'oculare.

Per quanto riguarda le dimensioni dei cristalli da esaminare è opportuno ricordare che, secondo Marfunin (1966), l'orientazione goniometrica della sezione può essere effettuata quando questa presenta un diametro maggiore di 3-5 mm. Il metodo descritto in questa sede consente di utilizzare cristalli aventi diametro di $\sim 0,05$ mm quando si operi in conoscopia con l'obiettivo UD 40/0,65 C; infatti in cristalli di tali dimensioni è ancora possibile osservare buone figure d'interferenza.

Secondo chi scrive non è conveniente utilizzare cristalli che abbiano dimensioni minori, anche se Philipsborn e Hodenberg (1959) hanno mostrato che con analogo dispositivo è possibile operare in conoscopia su cristalli aventi diametro di 0,008-0,01 mm. Anche Laves e Viswanathan (1967) riportano che l'area a disposizione per determinazioni conoscopiche di 2 V eseguite con medesimo apparato presenta diametro di circa 0,009 mm. Occorre comunque rilevare che le dimensioni indicate da Laves e Viswanathan (1967) rappresentano una valutazione di aree esplorate conoscopicamente per determinazioni sistematiche di 2 V su sezioni di K-feldspati aventi dimensioni ragguardevoli (3×3 mm).

In realtà, in seguito alle varie rotazioni della sezione necessarie per effettuare le determinazioni, se i cristalli hanno diametro di pochi micron, si originano piccoli e praticamente inevitabili movimenti delle figure d'interferenza, i quali non consentono l'esecuzione di misure attendibili. Tali movimenti sono dovuti essenzialmente alla centratura del sistema che, per quanto accurata possa essere, risulta sempre imperfetta, e al giuoco, sia pure di piccola entità, ma comunque esistente, degli assi meccanici del T.U.. A questo occorre aggiungere che, se il minerale in esame è di dimensioni troppo piccole, l'osservazione viene disturbata dalla presenza dei cristalli limitrofi anche per inclinazioni non molto elevate. Quest'ultimo fenomeno può essere evitato lavorando su sezioni sottili ricavate da pastiche di opportuni leganti in cui siano sparsi cristalli di K-feldspato.

2.2. Ricerca del K-feldspato.

Operando a nicol incrociati si cerca nella sezione sottile un individuo di K-feldspato in cui siano presenti tracce della sfaldatura $\{001\}$, in genere meglio visibili e più frequenti di quella $\{010\}$, mediante l'obiettivo

UD 6,3/0,12 oppure UD 16/0,17; solo in casi eccezionali, in particolare quando la grana della roccia è assai minuta, è meglio ricorrere all'obiettivo UD 20/0,57 C. La ricerca della sfaldatura $\{001\}$ viene grandemente facilitata se il K-feldspato presenta caratteri di idiomorfismo oppure se risulta geminato secondo Carlsbad.

Individuato tale cristallo, è necessario vedere se sono presenti anche le tracce della sfaldatura $\{010\}$. Per questa seconda operazione occorre impiegare un solo nicol e un obiettivo avente coefficiente d'ingrandimento piuttosto elevato, generalmente l'obiettivo UD 40/0,65 C. A questo punto, per rotazione intorno all'asse N si pongono le tracce di $\{001\}$ parallele alla direzione E-W del reticolo dell'oculare, indi si riduce al massimo l'apertura del diaframma iris del condensatore UD 0,6 e si inclina la sezione intorno all'asse H, alternativamente verso sinistra e verso destra: in tal modo, se le tracce della sfaldatura $\{010\}$ sono presenti, esse compariranno parallelamente alla direzione N-S del reticolo dell'oculare.

Se i piani delle sfaldature $\{001\}$ e $\{010\}$ sono quasi perpendicolari alla sezione del K-feldspato è in genere possibile rilevare in questa l'emergenza dei due assi ottici A e B e quindi effettuare una determinazione del valore di $2V$ mediante il metodo diretto. Poiché la possibilità di riconoscere l'emergenza di entrambi gli assi ottici nella sezione dipende anche dal valore di $2V$, è prudente, prima di procedere oltre, verificare che sia soddisfatta questa condizione.

2.3. *Determinazione dell'orientazione degli elementi cristallografici.*

Trovato un cristallo in cui siano presenti le sfaldature $\{001\}$ e $\{010\}$, e in cui sia possibile effettuare la determinazione di $2V$ per via diretta, è necessario assicurarsi che tali sfaldature possano essere utilizzate senza remore prima di procedere alla determinazione ottica completa del K-feldspato in esame.

L'operazione più importante nel corso di tale determinazione è quella di stabilire con la massima accuratezza la posizione delle due sfaldature rispetto al piano della sezione. Esse infatti costituiscono l'impalcatura alla quale si appoggiano gli elementi dell'indicatrice ottica. È chiaro che se tale impalcatura non viene ricostruita in modo corretto, l'orientazione degli elementi dell'indicatrice ottica risulterà in blocco spostata dalla vera posizione (cfr. anche Gysin, 1957).

La determinazione dell'inclinazione dei piani di sfaldatura sul piano della sezione è ardua in tutti i feldspati. Marfunin (1966) ritiene che essa possa essere effettuata nei plagioclasti con un'accuratezza di $2-3^\circ$, mentre nei K-feldspati l'accuratezza è più bassa per la sfaldatura $\{001\}$ e ancora minore per quella $\{010\}$, meno perfetta. Per ottenere un'accuratezza maggiore Dolar-Mantuani (1931) suggerisce di lasciare scoperta la sezione sottile, in modo che la fessura della sfaldatura in esame risulti parzialmente riempita d'aria.

Si è osservato che nei K-feldspati il grado di perfezione delle sfaldature varia moltissimo da cristallo a cristallo e da settore a settore di uno stesso individuo; in molti casi si è constatato che nell'ambito della stessa area possono coesistere sfaldature $\{001\}$ e $\{010\}$ perfette. È importante sottolineare che non sempre le sfaldature migliori sono quelle che presentano una traccia molto sottile e ben delineata. Viene descritto qui di seguito il sistema per determinare il grado di perfezione delle sfaldature e la loro esatta orientazione rispetto al piano della sezione.

Si opera con un solo nicol impiegando l'obiettivo UD 40/0,65 C; si chiude al massimo il diaframma iris del condensatore UD 0,6, e, se necessario, si abbassa tale condensatore e si riduce l'intensità luminosa della sorgente. Dopo aver messo lo strumento in posizione di azzeramento, si pone la traccia della sfaldatura in esame parallela alla direzione N-S del reticolo dell'oculare. Si inclina la sezione intorno all'asse H, verso sinistra o verso destra, fino a superare di qualche grado la posizione nella quale le tracce della sfaldatura appaiono più sottili e più nitide possibile.

Quindi, contemporaneamente, si riduce molto lentamente e con continuità l'inclinazione della sezione per rotazione di questa intorno all'asse H, e si agisce ritmicamente in un senso e nell'altro sulla manopola dei movimenti lenti per la messa a fuoco aumentando e diminuendo la distanza obiettivo-preparato. L'operazione va eseguita fino a quando le frange luminose, tra loro parallele, che si producono ritmicamente da una parte e dall'altra di ciascuna traccia dei piani di sfaldatura abbiano la stessa intensità luminosa e si allontanano o si avvicinano con egual « velocità » mentre si foceggia. Se a questo punto si inclina ritmicamente nei due sensi opposti la sezione mediante rotazione intorno all'asse K si deve verificare che le frange luminose si aprano e si chiudano disegnando angoli acuti, i cui lati, di identica intensità luminosa si spostano con eguale « velocità » rispetto alla bisettrice acuta; quest'ultima rimane parallela alla direzione N-S, mentre i vertici restano rigidamente fissi sulla direzione E-W del reticolo dell'oculare. Quando queste condizioni sono verificate si prende nota dell'inclinazione della sezione.

L'operazione di foceggiamento e quella contemporanea di inclinazione della sezione intorno all'asse H deve essere ripetuta in modo sistematico. È conveniente procedere nel modo seguente:

1) dopo avere inclinato la sezione fino a vedere le tracce della sfaldatura in esame nel modo più nitido possibile si aumenta di qualche grado ($5-6^\circ$) l'inclinazione della sezione. Si foceggia e contemporaneamente si riduce l'inclinazione della sezione fino a che non si riottengano le condizioni prima descritte. Si legge il valore angolare h_1 sul settore di Wright.

2) dopo avere inclinato la sezione fino a vedere nel modo più nitido possibile le tracce della sfaldatura in esame si riduce di qualche grado ($5-6^\circ$) l'inclinazione della sezione. Si foceggia ritmicamente e contemporaneamente si aumenta l'inclinazione della sezione fino ad ottenere le condizioni sopra descritte. Si legge il valore angolare h_2 .

Queste due operazioni vanno ripetute varie volte. Infine, se la differenza tra i valori angolari medi di h_1 e h_2 è trascurabile significa che la sfaldatura presenta un buon grado di perfezione e pertanto può essere utilizzata per ancorarvi le direzioni degli elementi ottici.

A questo punto si nota anche il valore angolare n . Si procede quindi ad analogia determinazione per l'altra sfaldatura, dopo aver portato quest'ultima in posizione esattamente parallela alla direzione N-S del reticolo dell'oculare.

È chiaro che mediante questo procedimento l'accuratezza della determinazione dell'inclinazione di un piano di sfaldatura rispetto a quello della sezione del minerale è molto elevata, in quanto essa viene controllata da due serie di misure in opposizione.

È opportuno effettuare queste operazioni al buio, al fine di poter meglio valutare l'equivalenza dell'intensità luminosa delle due frange che si producono ai lati di una traccia di sfaldatura e la « velocità » con cui tali frange si muovono quando contemporaneamente di foceggia e si varia l'inclinazione della sezione del minerale.

2.4. *Determinazione dell'orientazione degli elementi ottici e misura diretta di $2V$.*

Se la determinazione dell'inclinazione dei piani delle sfaldature $\{001\}$ e $\{010\}$ rispetto al piano della sezione del K-feldspato presenta un'accuratezza di $\pm 1^\circ$, e se la bisettrice acuta X è quasi verticale in modo da consentire il riconoscimento dell'emergenza di entrambi gli assi ottici, si può procedere alla determinazione dell'indicatrice ottica e alla misura precisa di $2V$, mediante il metodo diretto.

Nel corso della determinazione dell'orientazione degli elementi ottici, per non essere influenzati dalle posizioni degli elementi cristallografici ⁽¹⁾ è opportuno annotare a parte i valori delle coordinate di questi ultimi e riportarli in proiezione stereografica solo quando su questa siano state già fissate le posizioni di tutte le direzioni ottiche.

L'accuratezza più elevata nella determinazione degli elementi dell'indicatrice ottica si ottiene operando per via conoscopica (cfr. Marfunin, 1961 a). Poiché però i feldspati presentano valore della birifrangenza basso, le immagini conoscopiche appaiono in genere troppo scure e sfumate per poter essere utilmente impiegate, quando si operi su comuni sezioni sottili di rocce, aventi spessore di 0,02–0,03 mm. Per migliorare la qualità delle immagini conoscopiche è utile disporre di sezioni sottili aventi spessore più elevato. Secondo Tuttle (1952) figure d'interferenza nette si osservano in sezioni spesse 0,1–0,4 mm; Dolar-Mantuani (1952) ritiene che uno spessore di 0,03–0,04 mm

(1) Ciò può accadere soprattutto durante lavori di routine, se i K-feldspati in esame sono rappresentati da varianti strutturali dello stesso tipo, e perciò i valori dei parametri che li caratterizzano si ripetono in modo monotono.

sia sufficiente per la maggior parte dei feldspati; Marfunin (1960) ha impiegato, a seconda dei casi, sezioni aventi spessore di 0,05-0,1 mm.

Lo spessore delle sezioni destinate a osservazioni conoscopiche deve comunque essere scelto in modo appropriato. Infatti, se esso è troppo elevato possono passare inosservate le geminazioni a graticcio più fini e può divenire laboriosa la ricerca del minerale, soprattutto nelle rocce a struttura isotropa equigranulare con (K, Na)- e (Na, Ca)-feldspati coesistenti; occorre tener conto anche della trasparenza del K-feldspato la quale dipende dalla presenza di impurezze e di fenomeni di caolinizzazione spesso distribuiti a chiazze.

Bisogna sottolineare però che nelle indagini, sia petrografiche che puramente mineralogiche, non è sempre possibile operare per via conoscopica; quando il K-feldspato presenta dimensioni molto ridotte oppure fini geminazioni a graticcio o estinzioni a chiazze particolarmente accentuate, si rende necessario operare in ortoscopia. Ciò consente anche di effettuare un opportuno, continuo controllo diretto del comportamento ottico dell'area esplorata.

Wones, Tatlock e Limbach (1967), che hanno eseguito uno studio ottico e röntgenografico di ortoclasì e microclini coesistenti in vulcaniti del Nevada, hanno preferito effettuare misure di 2V mediante valutazioni di estinzione, risultate comunque laboriose a causa delle piccole dimensioni di una parte dei cristalli esaminati. Analogamente Rankin (1967), il quale ha effettuato misure di 2V su campioni di soluzioni solide microclino-albite bassa, preparate da Orville (1967), ha operato in ortoscopia, evidentemente a causa della presenza di geminazioni a graticcio molto fini, con lamelle aventi spessore di 0,002-0,01 mm. In casi del genere, però, anche in ortoscopia si riscontrano serie difficoltà, in quanto non è agevole riconoscere le medesime lamelle in estinzione per le varie posizioni del T.U.. Ciò nonostante, Rankin (1967) nei cristalli in cui le geminazioni a graticcio si presentavano più grossolane è riuscito a determinare per via ortoscopica valori di 2V con un'accuratezza di $\pm 3^\circ$, pur avendo determinato molti di questi valori con metodo indiretto.

Qui di seguito vengono esposti alcuni accorgimenti che consentono di raggiungere un elevato grado di accuratezza nelle determinazioni per via ortoscopica, senza prendere in considerazione i vari dispositivi a tinta sensibile o a penombra, che possono essere utilizzati per il riconoscimento delle direzioni di vibrazione, ma che non vengono impiegati comunemente nel corso di indagini petrologiche.

Occorre tener presente che, essendo la sezione del K-feldspato approssimativamente perpendicolare a (001) e a (010), è possibile determinare direttamente soltanto le direzioni Z e Y; la direzione X risulta quasi perpendicolare alla sezione e perciò la sua orientazione verrà determinata per costruzione in proiezione stereografica.

La valutazione delle posizioni di estinzione deve essere eseguita in un'area limitata del cristallo, avente i requisiti indicati nel paragrafo 2.1. La scelta dell'obiettivo va effettuata in funzione delle dimensioni dell'individuo e dell'area da esplorare in esso. L'obiettivo UD 16/0,17 può essere impiegato utilmente nella maggior parte dei casi. Obiettivi con coefficiente d'ingrandimento

maggior non consentono valutazioni di estinzioni molto accurate a causa dell'apertura numerica troppo elevata.

In taluni casi, tuttavia, è necessario ricorrere a tali obiettivi: l'obiettivo UD 20/0,57 C, destinato ad osservazioni conoscopiche, può essere impiegato in ortoscopia se si riduce l'apertura numerica mediante speciali diaframmi forniti dalla Casa costruttrice. Buone valutazioni delle posizioni di estinzione possono essere effettuate riducendo l'apertura numerica di tale obiettivo da 0,57 a 0,3 e talora a 0,15. Può essere utile, in qualche caso, ridurre l'apertura numerica dello stesso obiettivo fino a 0,3 e successivamente anche l'apertura d'illuminazione del condensatore speciale UD 0,6, agendo gradualmente sull'apposito diaframma iris. In generale è più comodo agire solo sul diaframma iris di tale condensatore, in quanto si ottengono gradualmente piccole aperture di illuminazione che in pratica danno lo stesso risultato ottenibile con i diaframmi riduttori dell'apertura numerica degli obiettivi ⁽²⁾. L'obiettivo con coefficiente d'ingrandimento più elevato (UD 40/0,65 C) è praticamente sconsigliabile in ogni caso.

La determinazione dei valori delle coordinate n , h di Z e Y deve essere ripetuta un numero di volte rilevante e variabile da caso a caso. Si ottiene così sul reticolo di Wulff una nube di punti, rappresentanti le proiezioni stereografiche dei poli di Z e Y, i quali, se le determinazioni sono state effettuate con sufficiente cura, risulteranno circoscrivibili in una circonferenza di raggio equivalente all'incirca ad 1° lungo l'equatore. Si può ritenere che le posizioni di Z o di Y vengano misurate con un'accuratezza di $\pm 1^\circ$ se per la loro rappresentazione viene scelto il centro di tale nube. Normalmente i punti così individuati risultano regolarmente a 90° l'uno dall'altro quando posti su uno stesso meridiano.

Dopo aver stabilito la posizione di X per costruzione, si passa alla misura diretta di $2V$, dando alla sezione l'orientazione determinata dalle coordinate n , h lette sul reticolo di Wulff per la posizione della normale ottica Y scelta nella nube di punti. In questa fase è necessario assicurarsi bene che le aree in estinzione, dovute alle emergenze degli assi ottici A e B, siano coincidenti fra loro e con quelle rimaste in estinzione nel corso delle determinazioni di Z e Y.

La misura va eseguita nelle stesse condizioni strumentali impiegate per le determinazioni di Z e Y. Migliore accuratezza può essere ottenuta seguendo il procedimento di misura indicato da Fairbairn e Podolsky (1951), secondo il quale è opportuno mediare i valori ottenuti da determinazioni di $2V$ effettuate nelle due posizioni del tavolino del microscopio, a 45° e 135° .

Occorre comunque tener presente che l'accuratezza di una misura diminuisce se essa implica angoli d'inclinazione intorno all'asse K elevati (Wyllie, 1959). Il procedimento di misura accurata di $2V$, recentemente indicato da

(2) Ciò è vero purché la sezione non abbia spessore particolarmente elevato; in caso contrario la profondità di campo aumenterebbe in proporzione minore.

Munro (1963), non può essere applicato se non operando con la stessa apparecchiatura Leitz impiegata dall'Autore. Infatti Munro (1963) ha usato un comune condensatore per osservazioni ortoscopiche, il quale sia in orto- che in conoscopia richiede massima apertura d'illuminazione per ottenere valori più accurati; con il condensatore UD 0,6 (Zeiss), invece, sono necessarie grandi aperture d'illuminazione se si opera in conoscopia e minime se si lavora in ortoscopia. Fra l'altro il T.U. Leitz comporta, rispetto a quello Zeiss, un disco di vetro centrale da porre direttamente sopra il segmento inferiore, che riduce l'accuratezza delle determinazioni (cfr. Tobi, 1964; Munro, 1964).

Valori di $2V$ non molto bassi, determinati per via ortoscopica seguendo gli accorgimenti indicati, possono presentare un'accuratezza di $\pm 0,5^\circ$ e praticamente coincidono con quelli determinati per via conoscopica sulle stesse aree di un dato cristallo. È opportuno ricordare, infine, che per effettuare una migliore valutazione delle estinzioni conviene operare al buio.

BIBLIOGRAFIA

[Le referenze bibliografiche citate nella Nota I compaiono insieme con quelle della Nota II, che sarà pubblicata nel fascicolo successivo (vol. 52, fasc. 6) dei « Rend. Acc. Naz. Lincei »].