

Data base Mineralogico (D.B.M.) un sistema informatizzato per il riconoscimento dei minerali opachi

ANTONIO MAZZELLA, FELICITA MELIS

Ricercatori presso l'Istituto di Giacimenti Minerari, Piazza D'Armi, 09123 Cagliari

RIASSUNTO. — Nel presente lavoro viene presentato un sistema informatizzato composto da un programma in grado di accettare e trattare alcune informazioni necessarie per il riconoscimento dei minerali opachi. Questo è stato fatto per fornire un aiuto allo studioso nel suo lavoro quotidiano al microscopio. Infatti con l'ausilio di questo sistema è possibile, durante lo studio di una sezione lucida, se ben indirizzato, giungere alla determinazione del minerale in studio per successive cernite fra le specie mineralogiche, in funzione delle caratteristiche.

Il programma, per il momento, consente la ricerca sui seguenti dodici caratteri enunciati nell'ordine nel quale sono stati introdotti nel calcolatore:

colore, pleocroismo, colori del pleocroismo, potere riflettente, forma, durezza, anisotropia, colori di anisotropia, geminazione, riflessi interni, colore dei riflessi interni.

A queste è stata aggiunta la possibilità di inserire altre eventuali caratteristiche del minerale (per es. reazione alla luce, attacco chimico, ecc.).

Il sistema descritto procede per gradi; pone infatti, una di seguito all'altra, una serie di domande alle quali il ricercatore può, eventualmente, non dare risposta e quindi limitare la ricerca basandosi sulle sole informazioni sino a quel momento immesse. A questo punto l'elaboratore analizza le informazioni presenti nel file dei dati e mostra quali siano i minerali che rispondono ai requisiti forniti. Questi dati vengono memorizzati in un file di servizio che servirà per le ricerche successive.

Parole chiave: minerografia, sezioni lucide, minerali opachi, riconoscimento automatico dei minerali opachi.

order to help the researcher in the work at the microscope during the study of polished sections. The programme recognizes the minerals through twelve characteristics; in the order used by the computer they are: colour, reflection pleochroism, pleochroism colours, reflectivity, habitus, hardness, anisotropy, anisotropy colours, twinning fabric, internal reflections, internal reflection colours.

To these properties the possibility to input other characteristics (reaction to the light, oxidation at the air exposure, etc.) was supported.

The programme works step by step. A given set of questions is asked consequently. The computer analyzes the data file to search out all the minerals with given characteristics on the basis of the available answers which are written into a working file prepared for the next searches.

Key words: polished section, opaque minerals, ore microscopy, automatic ore minerals determination.

Introduzione

Durante lo studio al microscopio delle sezioni lucide si è sentita la necessità di avere un sistema informatizzato che potesse aiutare, in questo tipo di analisi, limitando per quanto possibile la ricerca nei vari testi di consultazione. Si è pensato di creare il D.B.M. basandosi oltre che sulle informazioni presenti in letteratura (LAUZAC F., 1984; PICOT P. et al., 1977; RAMDOHR P. 1969; SCHOUTEN C., 1962) anche sulle esperienze di uno degli autori fatte durante un corso presso l'École Nationale Supérieure des Mines di Parigi durante il quale è stato possibile, anche se per poco tempo, utilizzare un sistema francese (LAU-

MINERALOGICAL DATA BASE (M.D.B.) AN INFORMATIZED SYSTEM OF ORE MINERALS MICROSCOPIC DETERMINATION

ABSTRACT. — A data base system for the mineral microscopic determination is presented. This system is formed by a programme and a data file of data necessary to determine the opaque minerals. It was organized in

ZAC, 1984) che ci è servito come modello per il nostro.

Da principio abbiamo analizzato il modo di lavorare del programma francese ed un limite che è sembrato essere presente in questo è legato al fatto che lavora secondo una tecnica dicotomica, assenza o presenza di una caratteristica, che porta ad avere tutta una serie di files di servizio ed inoltre limita molto la ricerca in quanto per passare alla informazione successiva è obbligatorio aver dato la risposta alla precedente.

Invece nel sistema che presentiamo si è ricorsi al modo di lavorare dei «data base» (GUTHUR R., 1985; SIMPSON A., 1985). È stato cioè costruito un vero e proprio archivio dati al quale si può accedere indifferentemente con qualunque delle informazioni a disposizione.

Questo porta alla gestione di un solo file dati che risponderà forse un po' più lentamente nella prima fase della ricerca, ma che diverrà sempre più rapido in quanto, aumentando le informazioni per la ricerca, diminuisce il numero dei minerali che rispondono alle caratteristiche richieste e che sono memorizzati in un file temporaneo che viene via via aggiornato.

Questa caratteristica permette, tra l'altro una utilizzazione più generale; è infatti in studio la possibilità di un ampliamento oltre ad una sua utilizzazione nel campo dei minerali trasparenti.

Descrizione del programma

Per una utilizzazione anche da parte di persone a digiuno di uso di computers il programma è stato scritto a «menù». Intendendo con questo termine una lista di possibili lavori che il programma permette di fare ed a cui si può accedere con l'immissione di un numero. Questo consente al ricercatore di dedicarsi completamente alla ricerca dei minerali senza doversi interessare né al funzionamento del programma né alla gestione del calcolatore e neppure all'ortografia delle risposte.

Vediamo ora di descrivere passo per passo come si può utilizzare il D.B.M.

Nella Fig. n. 1 si vedono quali opzioni sono disponibili. Esse sono 6 e precisamente:

- 1 cerco minerale
- 2 correggo minerale
- 3 creo o aggiungo minerali
- 4 stampa minerali
- 5 salva minerali
- 6 ordina file

Vediamo di analizzarle una per una.

La prima opzione riguarda la ricerca di un minerale. La descrizione di parte di questa scelta è valida anche per la seconda e per la terza, nella parte relativa all'introduzione dei dati dei minerali. Una differenza tra le tre, nell'input delle informazioni, è che nell'opzione 2 e 3, dovendo dare le informazioni di una specie mineralogica, si debbono fornire anche il nome, la formula chimica ed il sistema di appartenenza.

La prima domanda che viene posta in questa prima opzione riguarda il colore, Fig. n. 2: il programma accetta 37 colorazioni differenti compresi il bianco ed il grigio-bianco, posti come primo ed ultimo della serie e li indica con un numero, unici valori riconosciuti dal programma. Esiste la possibilità, come in tutte le altre richieste di informazioni, di non dare la risposta in prima battuta. Infatti come risposta è possibile dare anche il valore 38 che permette di «saltare» l'informazione.

La seconda e la terza opzione sono sul pleocroismo e sul suo colore dominante. Anche in questi casi vengono date nel menù una serie di scelte possibili fermo restando la possibilità di evitare le risposte.

Quindi vengono domandati i valori per potere riflettente, forma, durezza, anisotropia, colori di anisotropia (Figg. n. 3, 4), geminazione, riflessi interni, colori dei riflessi interni ed altre caratteristiche (Fig. n. 5).

In totale dodici variabili con le quali vengono catalogati e ricercati i minerali dal D.B.M.

La seconda possibile scelta del menù principale è relativa alla correzione di un dato presente nel file dei minerali. Procedendo con questa opzione il programma stampa sul video il nome del minerale domandando se si vuole apportare qualche variazione a quanto viene mostrato. Se il dato viene considerato corretto il programma procede con la visualizzazione dell'informazione successiva altrimenti passa a domandare tutte le informazioni della specie mineralogica da modificare.

La terza riguarda la creazione dell'archivio dei

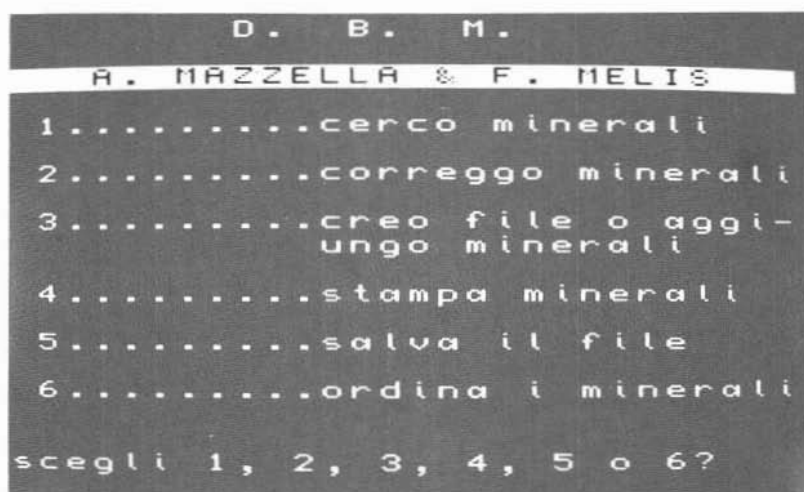


Fig. 1. — Menù principale del programma. — Principal menu of the programme.



Fig. 2. — Primo menù secondario per la scelta del colore. — First secondary menu to choose the colour.

dati oppure un aggiornamento dello stesso nel caso esistente. Infatti, una volta attivata questa scelta la domanda che viene posta serve per informare il programma se è la prima volta che lo stesso viene attivato e pertanto si deve creare un archivio, oppure nel caso esistente se si vuole ampliarlo con l'aggiunta dei dati di nuovi minerali.

L'opzione numero quattro permette di vedere su schermo o stampante tutte le specie mineralogiche presenti nel file di servizio (Fig. n. 6).

La quinta scelta del menù generale consente

di salvare il file, che per l'esempio è stato aggiornato, trasferendolo su disco.

Quest'ultima opzione è legata al fatto che il sistema memorizza il file dei dati nella memoria libera che con opportuno software il computer vede come disco («ram-disk»); pertanto tutti gli aggiornamenti debbono essere ricopiati su un supporto non volatile per evitare di perderli non appena il computer venga spento. Una considerazione ulteriore sull'uso di questo particolare modo di memorizzare del D.B.M. è che questo tipo di disk permette di velocizzare la



Fig. 3.

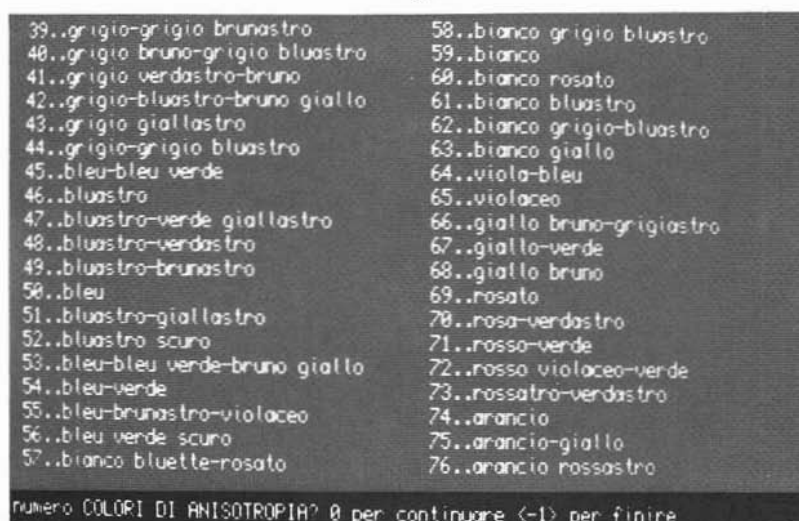


Fig. 3, 4. — Secondo menù secondario per la scelta dei colori di anisotropia. — Second secondary menu to choose the anisotropy colour.

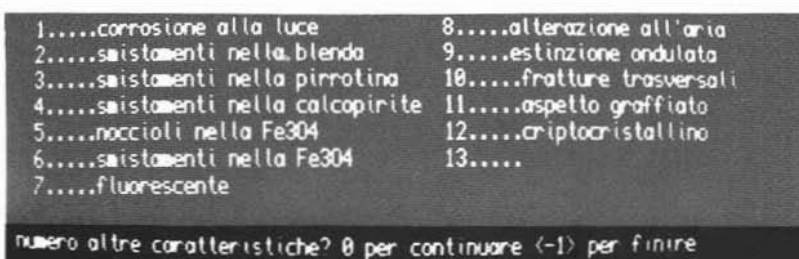


Fig. 5. — Terzo menù secondario per la scelta di altre caratteristiche. — Third secondary menu to choose other characteristics.

Sartorite	PbAs ₂ S ₄
Semseyite	Pb ₉ Sb ₅ S ₂₁
Stibina	Sb ₂ S ₃
Teallite	PbSnS ₂
Tuimite	Pb(s _b ,As) ₂ S ₄
Weibullite	Pb ₅ Bi ₈ Se ₇ S ₁₁
Wittite	Pb ₉ Bi ₁₂ Se ₇ S ₂₈
Zinkenite	Pb ₆ Sb ₁₄ S ₂₇

Vi sono 35 minerali che corrispondono alle caratteristiche richieste. Batti i <c> per continuare la ricerca, qualunque altro per terminare

Fig. 8. — Lista parziale dei minerali bianchi. — Partial list of ore white minerals.

Franckeite	Pb ₅ Sn ₃ Sb ₂ S ₁₄
Fulopite	Pb ₃ Sb ₈ S ₁₅
Katite	
Lollingite	FeAs ₂
Plagionite	Pb ₅ Sb ₈ S ₁₇
Sartorite	PbAs ₂ S ₄
Semseyite	Pb ₉ Sb ₅ S ₂₁
Tuimite	Pb(s _b ,As) ₂ S ₄

Vi sono 9 minerali che corrispondono alle caratteristiche richieste. Batti i <c> per continuare la ricerca, qualunque altro per terminare

Fig. 9. — Lista parziale dei minerali bianchi con forte anisotropia. — Partial list of ore white minerals with strong anisotropy.

gestione dell'archivio, in quanto nettamente più veloce di quello classico, il floppy, perché non ha le limitazioni che derivano dall'avere parti meccaniche.

Infine la sesta opzione consente di mettere in ordine alfabetico tutte le specie mineralogiche presenti nel file dei dati. Questa è purtroppo, anche se si avvale della ram-disk, una scelta che impegna la macchina per molto tempo; sarebbe quindi opportuno utilizzarla una sola volta dopo che tutte le informazioni delle specie mineralogiche siano state inserite. Questa opzione, che non è essenziale per un corretto funzio-

namento del sistema, è stata implementata nel D.B.M. per avere, eventualmente, la lista delle specie mineralogiche in ordine alfabetico nella stampa dei minerali presenti nel file.

Analisi del sistema

Dal momento che il programma è stato scritto in una macchina poco diffusa, con un linguaggio non standard, si è pensato che fosse più adatto, anche perché più chiaro alle persone che conoscono un po' di programmazione, presentare il diagramma di flusso che è stato riportato nel-

la Fig. n. 7. Da questo grafico è infatti possibile ricavare le caratteristiche principali del programma ed eventualmente servirsene per scrivere un sistema analogo. Vediamo di entrare in dettaglio nella descrizione delle parti più significative del D.B.M. con l'ausilio del flow chart indicando con caratteri maiuscoli le procedure od i sottoprogrammi indicati anche in Fig. n. 7.

Il programma dalla posizione START passa ad un breve programma principale in cui definisce le variabili che occorrono al suo corretto funzionamento, eventualmente riempiendole di spazi bianchi nel caso si tratti di alfanumerici, DIMENSIONA LE VARIABILI, ed inoltre gestisce la stampa del MENÙ PRINCIPALE e la scelta dell'opzione INPUT SCELTA che a sua volta permette di accedere alle sezioni di programma: CERCO MINERALE?, CORREGGO MINERALE?, CREO O AGGIORNO (MINERALE)?, STAMPA?, SALVO FILE?, ORDINO FILE?.

Digitato il numero corrispondente alla scelta desiderata, dopo che è stata controllata la sua esattezza in quanto deve essere un numero compreso tra 1 e 6 (unici valori permessi in questa fase dal programma), si passa alla procedura che apre i files necessari per il corretto funzionamento del sistema. Vengono infatti predisposti nella ram-disk due archivi, uno di nome «minerali» che contiene tutte le informazioni delle specie mineralogiche, ed una serie di files temporanei, qualora fossero necessari, di nome «temp», «temp1», ecc.

Vediamo ora di analizzare il flusso che il programma segue a seconda dell'opzione attivata.

Con il numero 1 si procede verso il MENÙ SECONDARIO che permette di fornire al sistema le caratteristiche del minerale da ricercare attraverso INPUT DEI DATI e FINE? (DELL'INPUT DEI DATI).

Questa è infatti la scelta relativa a CERCO IL MINERALE e pertanto nella Fig. n. 7 è stata riportata, alla stessa altezza di questa opzione, tutta la parte del diagramma di flusso relativa.

In questo modo, come si nota chiaramente nella Fig. n. 7, questa parte di input dei dati è comune con altre due opzioni e cioè quella che corrisponde a CORREGGO MINERALE? e CREO O AGGIORNO (IL FILE DEI DATI)?, scelte 2 e 3. Terminato l'input dei dati il programma prosegue con la LETTURA DI UN

CAMPIONE NEL FILE (MINERALI), controlla se il file dei dati è terminato, E.O.F.?, fa il CONFRONTO DELLE INFORMAZIONI date dal ricercatore con quelle memorizzate nel data file e, se queste risultano UGUALI?, procede con STAMPA IL MINERALE, altrimenti procede con la lettura del campione seguente. Questo loop lo esegue sino a quando non trova la fine delle informazioni memorizzate. A questo punto, avendo raccolto le caratteristiche dei minerali che soddisfano le richieste del ricercatore nella memoria, il computer domanda se si vuol continuare la ricerca, CONTINUI LA RICERCA?. Nel caso di risposta affermativa il programma riparte dal MENÙ SECONDARIO andando a cercare i minerali non più nel file principale, ma tra quelli che sono stati memorizzati in precedenza sui files temporanei (temp, temp1) e si ricomincia il ciclo descritto con un numero sempre più piccolo di minerali fino a quando non ne rimanga uno solo.

Passiamo ad analizzare la seconda delle opzioni CORREGGO IL MINERALE. In questo caso il programma procede con la lettura dei minerali presenti nel data file (Procedura STAMPA DATI DI UN MINERALE) e, dopo aver controllato di non essere alla fine delle informazioni E.O.F.?, procede con la domanda se il dato del minerale è CORRETTO?. Nel caso di risposta affermativa il programma procede con la stampa del minerale corretto in un nuovo file dei dati; altrimenti passa alla parte relativa all'input dei dati che è stata descritta in precedenza: MENÙ SECONDARIO, INPUT DEI DATI, FINE?.

L'opzione 3, relativa a CREO O AGGIORNO (IL FILE DEI DATI)?, dopo essere passata come tutte le altre opzioni alla apertura dei files di servizio, domanda se È LA PRIMA VOLTA (CHE VIENE LANCIATO IL PROGRAMMA)? Questa domanda è necessaria per far capire al computer se si vuol procedere con la creazione di un data file oppure se si desidera continuare a caricare informazioni in quello preesistente. Questo è stato implementato in quanto non è possibile in una sola seduta di lavoro caricare tutte le specie mineralogiche e pertanto, dovendo lavorare a più riprese, è necessario che il programma sia in grado di accodare le informazioni a quelle già memorizzate. Perciò se si risponde che è la prima volta si passa

subito all'input dei dati; mentre se alla domanda si risponde negativamente il programma procede prima alla preparazione dei dati già presenti.

Con l'opzione 4, STAMPO (I MINERALI PRESENTI NEL DATA FILE), si procede subito alla stampa sullo schermo e sul printer delle specie mineralogiche memorizzate nel data file.

Con 5, SALVA, si attiva l'opzione che consente di salvare su disco il contenuto della ramdisk, visto il sistema particolare di memorizzazione utilizzato dal nostro sistema. Con la scelta 6, ORDINO IL FILE?, il programma provvede a mettere in ordine alfabetico tutti i minerali.

Esempio di applicazione

Nelle Figg. n. 7 e 8 viene presentato un esempio di applicazione per avere una chiara visione di come proceda il sistema descritto in questo lavoro. Si è pensato di cercare, fra i minerali presenti in memoria, quelli che avessero come colorazione il bianco e che fossero fortemente anisotropi. Prima di dare il via alla parte operativa bisogna ricordare che il D.B.M. lavora secondo due tecniche di ricerca e precisamente:

- dare tutte le informazioni desiderate, nell'esempio colore bianco e forte anisotropia;
- dare la prima informazione, fare ricercare dal sistema i minerali che soddisfano questa caratteristica e su questi ultimi procedere con la ricerca di quelli che hanno anche una forte anisotropia.

Pertanto il ricercatore deve scegliere uno dei sistemi di ricerca. Nell'esempio presentato si è usata la seconda tecnica: ricercando su una proprietà per volta. Infatti nella Fig. n. 8 si può vedere un elenco parziale dei minerali bianchi, che risultano essere 35; mentre nella n. 9 è visibile una parte dei minerali che rispettano entrambe le caratteristiche desiderate, che sono 9.

È interessante vedere come si possa con il D.B.M. passare da un tipo di ricerca che potremmo chiamare per variabile, con una sola caratteristica per volta, ad uno generale, con tutte contemporaneamente. Il programma, nei menù secondari (colore, pleocroismo, colore del pleocroismo ecc.), attende un numero che rappresenta una particolare scelta per la variabile

in esame. Oltre tutti i valori presenti nello schermo, compresa la risposta nulla, è stata prevista la possibilità di dare come valore -1 che il sistema vede come «fine delle informazioni in ingresso».

Pertanto supponendo di rispondere con 1 alla prima domanda, la scelta del colore, e dando -1 alla seconda, richiesta per il pleocroismo, il programma va a ricercare tutti i minerali che soddisfano l'unica caratteristica memorizzata: quella di essere bianchi. Proseguendo in questo modo è quindi possibile scegliere le specie mineralogiche procedendo per gradi. Questo permette al ricercatore di essere libero da schemi rigidi in quanto il sistema si adatta alle necessità del momento e consente, al limite, tipi di ricerca intermedi a quelli descritti con una o più caratteristiche per volta.

Conclusioni

Il sistema proposto nel presente lavoro ha dimostrato di essere affidabile e funzionale; per questo motivo le implementazioni che saranno fatte non riguarderanno il programma ma le caratteristiche mineralogiche riconosciute dal sistema come discriminanti ed eventualmente il loro numero.

Infatti, come si evince dall'elenco delle proprietà esaminate dal D.B.M., tutte le caratteristiche che vengono richieste sono di tipo puramente qualitativo anche quelle come la DUREZZA ed il POTERE RIFLETENTE delle quali non esiste una sola scala di valori essendo state misurate dagli autori con tecniche totalmente differenti ed inoltre mancano alcune proprietà come quelle relative alle misure in olio. Questo limite deriva dal fatto che, in questa fase di collaudo del sistema, ci si è preoccupati dell'aspetto informatico del problema pensando che il programma avrebbe dovuto in seguito subire delle modifiche nelle caratteristiche da gestire. Infatti già questa versione è in grado di gestire dati quantitativi e con qualche lieve modifica nel dimensionamento delle variabili è anche possibile aumentarne il numero. Le caratteristiche prese in esame dal D.B.M. sono quelle presenti in letteratura (LAUZAC F., 1984; PICOT P. et al., 1977; RAMDOHR P. 1969; SCHOUTEN C., 1962) dove per le proprietà di durezza e potere riflettente ci si è riferiti in particolare al PICOT P. et

al. (1977) basandoci, per la seconda, sulla tabella delle misure effettuate in luce bianca e considerando come termini di paragone: Altaite, Pirite, Galena, Pirrotina, Argentite, Covellina, Blenda; mentre per la durezza ci si è serviti della scala Vickers.

Il collaudo del programma è stato necessario in quanto dovevamo essere sicuri dell'algoritmo che era differente da quello francese e che uno degli autori aveva usato durante il suo soggiorno presso l'École des Mines.

Un vero limite di questo sistema sembra essere la capacità di memoria richiesta al computer su cui lo stesso dovrà funzionare; viene infatti richiesta una memoria di non meno di 512 Kbytes e la possibilità di poter usare la ram-disk. Questo limite dovrebbe poter essere risolto con l'uso di macchine del tipo personal computer con il sistema operativo MS-DOS o similari, che hanno queste caratteristiche come standard.

Ringraziamenti. — Si ringraziamo i proff. Saltatore PRETTI, Ivo URAS e Roberto VALERA per la lettura critica e per i preziosi suggerimenti. Il lavoro è stato eseguito con il contributo del 60% MPI.

BIBLIOGRAFIA

- GUIHUR R. (1985) - *Procedure di ordinamento*. Masson, Milano, p. 212.
- LAUZAC F. (1984) - *Présentation d'un système microinformatisé de détermination des minéraux opaques*. Computer in earth sciences for natural resources characterizations, Coll. Int. Nancy 9-13 Aprile 1984, pp. 125-130.
- PICOT P., JOHAN Z. (1977) - *Atlas des minéraux métalliques*. Mémoires du B.R.G.M. n. 90, p. 403.
- RAMDHR P. (1969) - *The ore minerals and their intergrowths*. Pergamon Press, London-New York, p. 1174.
- SCHOUTEN C. (1962) - *Determination table for the ore microscopy*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam-New York-London, p. 242.
- SIMPSON A. (1985) - *IBM PC: gestione dei file*. Tecniche Nuove, Milano, p. 180.