

Introduzione alla classificazione STRUNZ-NICKEL 2001

di Libero Battiston
Gruppo Mineralogico Paleontologico Euganeo

La Classificazione Strunz-Nickel 2001 è, come altre classificazioni, basata su criteri Cristallochimici.

Questa Classificazione è stata prescelta dalla IMA (International Mineralogical Association) come base per la Classificazione Ufficiale dei minerali a livello mondiale. Anche i Nomi dei Minerali Nuovi vengono decisi dalla IMA che presiede pure alla definizione delle specie minerali che vengono scartate in quanto solo varianti locali "ricche" di qualche elemento chimico non essenziale o in base alla loro non buona caratterizzazione.

In questa classificazione Tutti i minerali esistenti e anche quelli

che saranno scoperti in futuro si distribuiscono in 10 classi, ciascuna suddivisa in Divisioni, Famiglie, Gruppi e Sottogruppi nell'ordine. Questa Classificazione è connotata da una Stringa di numeri e lettere come per esempio: 1AA05 che significa Classe 1, Divisione A, Famiglia A, Gruppo 05, oppure Gruppo 1AA05.

Questa Classificazione NON individua il singolo minerale, ma il Gruppo a cui il minerale appartiene. E' bene sottolineare che il Gruppo 1AA05 non ha nulla a che vedere per es. con il Gruppo 5AC05.

In questa classificazione i numeri e le lettere sono presenti in ordine crescente, nel senso della numerazione naturale e secondo l'alfabeto inglese per le lettere, per cui questa classificazione può avere anche uno scopo pratico di identificazione della posizione del singolo minerale in una reale collezione di "pezzi": la posizione del minerale lungo uno scaffale per esempio, è "portata" dalla classificazione (opportunitamente etichettata sul "pezzo"): il campione con etichetta 3AA05 verrà prima (a sinistra) del campione con etichetta 3AA55 che a sua volta precederà a sinistra il campione 3DA15,



Hugo Strunz (1910-2006)

ecc.

La stringa particolare 1AA05 individua il Gruppo dell'Argento cioè il gruppo degli Elementi "nativi" metallici noti dalla antichità: Argento, Rame, Oro, Piombo, e altri noti solo più recentemente.

Una buona edizione in inglese di questa classificazione (19 pagine formato A4 esclusi i Gruppi) si può trovare in rete. Qui riportiamo una definizione delle sole 10 Classi:

Classe 1: **ELEMENTI** (metalli e leghe intermetalliche; metalloidi e nonmetalli; carburi, siliciuri, nitruuri e sfuri)

Classe 2: **SOLFURI E SOLFOSALI** (solfuri, seleniuri, tellururi; arseniuri, antimonuri, bismuturi; solfoarseniti, solfobismutiti, ecc.)

Classe 3: **ALOGENURI**

Classe 4: **OSSIDI** (idrossidi, V(5,6)vanadati, arseniti, antimoniti, bismutiti, solfiti, seleniti, telluriti, iodati)

Classe 5: **CARBONATI + NITRATI**

Classe 6: **BORATI**

Classe 7: **SOLFATI** (selenati, tellurati, cromati, molibdati, wolframati)

Classe 8: **FOSFATI, ARSENIATI, VANADATI**

Classe 9: **SILICATI** (germanati)

Classe 10: **COMPOSTI ORGANICI**

Come si vede chiaramente dalla varietà presente in ciascuna classe, questa classificazione è il frutto di compromessi tra le acquisizioni continuamente in evoluzione sui singoli minerali e le esigenze di presentare un quadro organico.

Nella Classificazione Strunz-Nickel 2010 il Gruppo è l'elemento più piccolo munito di caratteristiche di insieme ed è basato sul concetto di Struttura Cristallo-Chimica. Gli elementi (fasi o specie minerali) che appartengono al Gruppo hanno la stessa Struttura, o, come anche si dice, sono isostrutturali.

Recentemente è stato istituito il sottogruppo come ulteriore suddivisione, ma per il momento esso è molto limitato nell'uso se non per gruppi molto numerosi (esempio il Gruppo del Pyrochlore).

E' importante ora definire il concetto di Struttura. Essa è descritta dai seguenti elementi:

1- **Formula Chimica di Struttura**

2- **Tipo di Cella Elementare**, che definisce il sistema cristallografico di accrescimento. Questi sistemi sono 7 in tutto, e, in ordine di "simmetria crescente", abbiamo:

- 1- triclino
- 2 - monocino
- 3 - trigonale (esagonale)
- 4 - ortorombico o rombico
- 5 - tetragonale
- 6 - esagonale
- 7 - cubico o monometrico

Alcuni autori, come lo Strunz, mettono il sistema trigonale subito prima dell'esagonale.

3- **Parametri della Cella**: lunghezza dei lati a, b, c, e grandezza degli angoli tra i lati alfa, beta, gamma. Nella figura seguente abbiamo l'esempio di una Cella Trigonale (dati della calcite)

a=4.991 Angstrom (1 Angstrom= 10^{-6} Metri);
la scala atomica e di circa 1 Angstrom

b=4.991 Angstrom

c=17.062 Angstrom

alfa=90.0°

beta=90.0°

gamma=120.0°

(a=b, alfa=beta)

Questi dati e altri relativi ai diversi minerali noti si trovano anche nelle pagine in rete del sito www.mindat.org, e si possono ottenere digitando il solo nome del minerale che interessa nella finestra di dialogo alla fine della Home page.

Se il nome vi è noto solo nella versione italiana, o montanistico-tedesca, o è una semplice variante di un minerale valido, digitatelo pure in italiano o

come lo conoscete; un messaggio provvede ad informarvi su come procedere.

4-Gruppo Spaziale

Il gruppo spaziale viene calcolato oggi direttamente dall'analisi diffrattometrica a cristallo singolo, cioè dalla struttura interna del campione in base alla legge di Bragg che ha bisogno di quantità molto piccole di materiale non necessariamente ben cristallizzato e ha soppiantato la "vecchia" Classe di simmetria H-M che si calcolava un tempo in base agli elementi cristallografici calcolati sulla superficie esterna del campione e che presupponevano un campione abbastanza grande e ben formato.

Attenzione a non confondere Struttura con Formula Chimica di Struttura; facciamo un esempio ben noto:

Calcite, Aragonite e Vaterite hanno la stessa formula chimica di struttura: $Ca(CO_3)$, che rappresenta il Carbonato di Calcio, dove è evidenziato il gruppo atomico CO_3 , ma non hanno la stessa Struttura perché, per esempio, hanno una Cella Elementare diversa e quindi un sistema cristallografico diverso oltre ad un Gruppo Spaziale diverso e quindi non appartengono allo stesso GRUPPO:

Calcite -> 5AB05 cella elementare trigonale e quindi sistema cristallografico trigonale

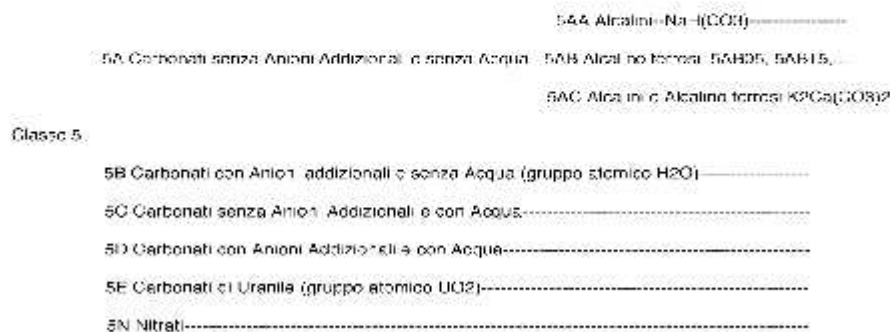
Aragonite -> 5AB15 cella elementare rombica

Vaterite -> 5AB20 cella elementare esagonale

I minerali o fasi suddetti appartengono alla stessa Classe 5 o dei Carbonati, alla stessa Divisione A, dei Carbonati senza Anioni addizionali e senza Acqua, alla stessa Famiglia B, dei Carbonati senza Anioni addizionali e senza acqua e alcalino terrosi, ma non allo stesso Gruppo.

Vale per la Classe 5 il seguente diagramma ad albero:

In questo caso abbiamo descritto solo la prima



divisione, 5A, le altre avendo una suddivisione simile.

Alberi analoghi valgono per le altre classi. In particolare è da notare un "motivo classificatorio" cioè la successione: 5A :senza-----senza; 5B: con-----senza; 5C: senza-----con; 5D: con-----con.

Questo "motivo" si ripete in molte Classi, dalla 1 fino alla 8, (ma non nella 6), Classi in cui è molto forte la classificazione chimica, di antica tradizione.

Vediamo adesso la composizione di due gruppi molto vicini nell'albero

Il Gruppo della Calcite 5AB05 è composto da: Gasperte (Ni,Mg,Fe)(CO₃), Magnesite Mg(CO₃), Otavite Cd(CO₃), Rhodocrosite Mn(CO₃), Siderite Fe(CO₃), Smithsonite Zn(CO₃) e Calcite Ca(CO₃).

Il Gruppo della Aragonite 5AB15 è composto da: Aragonite Ca(CO₃), Cerussite Pb(CO₃), Strontianite Sr(CO₃) e Witherite Ba(CO₃).

A questo punto diamo la Definizione generale di GRUPPO, dalle prime pagine delle Tabelle Mineralogiche di Strunz, 9° ed. (2010):

-I Gruppi: sono gruppi di fasi minerali isotipiche o omeotipiche con la stessa struttura.

-Isotopia: le specie isotipiche hanno gli stessi gruppi spaziali e analoghe formule chimiche e strutture. I termini isostrutturale e isomorfo sono sinonimi di isotipo.

-Omeotopia: le specie omeotipiche hanno strutture simili ma diversi gruppi spaziali e/o composizione chimica.

E' bene chiarire che: i Gruppi sono raggruppamenti di specie isotipiche o almeno omeotipiche che hanno anche lo stesso path nell'albero dei minerali.

Ci possono essere infatti specie isotipiche che non

appartengono allo stesso Gruppo. Per esempio l'alogenuro LiF, Griceite (3AA20), l'ossido Fe₂O₃, Magnetite (4BB05) e il solfuro PbS, Galena (2CD10), sono isotipi, cioè hanno lo stesso tipo di struttura, ma non appartengono allo stesso Gruppo.

I Gruppi che sono definiti nel testo del Fleischer Glossary of Mineral Species, ed 2008, non coincidono con i Gruppi SN2001, nè con le successive modificazioni che possono intervenire in questa ultima classificazione.

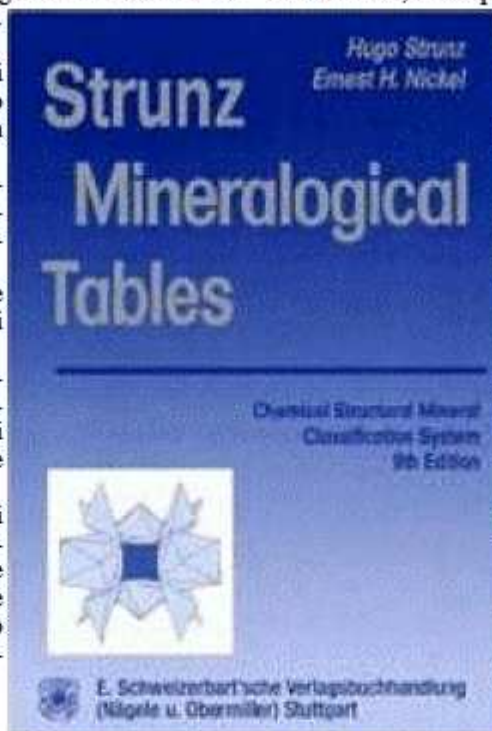
Questo è importante perchè i Gruppi del Fleischer hanno un certo seguito in Italia e specialmente in USA e quindi bisogna fare attenzione a "dichiarare" quale classificazione si adotta.

Ancora va ripetuto che il Gruppo è connotato da tutta la stringa alfanumerica (il path), per es. 3AA20, non dal solo numero 20.

Alla data del primo marzo 2010 esistevano 4562 minerali diversi o fasi minerali diverse, come si dice recentemente, lasciando il termine "specie" alla Biologia, e quindi allo studio dei fossili. Una lista di tutti questi minerali con il loro status, i loro nomi ufficiali, la composizione chimica, il sistema

crystallografico e la classificazione si può reperire su fogli tipo excel sul sito dell'AMI (Associazione Micromineralogica Italiana).

I minerali scartati dalla IMA NON sono presenti in questa lista, però si possono recuperare dal sito web: mindat.org, nel senso che verrà detto, in questo sito, che il minerale non è più un minerale valido. Un esempio per tutti: la Fassaite, minerale ben noto nelle aureole metamorfiche di contatto dei Monti Monzoni (TN), non è più un minerale valido, ma è solo una varietà di Diopside, con tutte le modifiche che questo comporta per la collezione che lo conteneva.



Frontespizio del libro di Strunz-Nickel

Il berillo Al₂Be₃[Si₆O₁₈] è un ciclosilicato che cristal-

Il berillo e la sua importanza industriale e gemmologica

di Paolo Rodighiero
Gruppo Mineralogico Paleontologico Euganeo

lizza nel sistema esagonale del Gruppo Dimetrico. Si presenta in cristalli prismatici a contorno esagonale che possono raggiungere dimensioni anche gigantesche. Si conoscono cristalli fino a 3 m di altezza e di oltre 400 tonnellate di peso. Più rari sono i cristalli tabulari o gli aggregati compatti colonnari.

Il nome deriva dal greco *beryllos* e significa "preziosa acqua blu-verde del mare". Conosciuto fin dall'antichità per le sue varietà d'impiego gemmologico, nel tempo moderno questo minerale è divenuto fondamentale nell'industria per l'estrazione del berillio, metallo di grandi qualità.

Il cristallo presenta una sfaldatura basale imperfetta, la durezza è 7,5-8 e il peso specifico 2,6-2,9.

I cristalli possono essere opachi o più raramente trasparenti. Il colore può essere assente, essendo il minerale privo di elementi cromofori, tuttavia sono frequenti le colorazioni da bianco ad azzurro fino a blu, da giallo a giallo-verde fino a verde, da rosa al raro rosso. La lucentezza è vitrea. L'indice di rifrazione è $n_e=1,565-1,593$ $n_o=1,571-1,600$ e la birifrangenza 0,005-0,009.

Il dicroismo è debole e dipende molto dal tono di colore del minerale, raramente è fluorescente all'UV.

I cristalli presentano somiglianze con l'apatite e la nefelina.



Acquamarina su muscovite - Chumar Bakhoor, Nagar, Hunza Valley (Pakistan) - 160 mm - collezione e foto dell'autore

Il berillo è un classico minerale delle rocce pegmatitiche sia sin-genetiche (i cui minerali si sono formati contemporaneamente alla roccia incassante) che epigenetiche (i cui minerali si sono formati successivamente alla roccia incassante), di graniti, di gneiss e di mica-scisti. È presente anche in depositi idrotermali di altissima temperatura. La sua particolare durezza e resistenza fa sì che passi inalterato dalle rocce primarie che lo contengono a quelle secondarie da esse derivate.

La diffusione estesa in tutto il mondo rende l'elencazione lunga ma significativa.

Iniziando dal continente americano in Canada cristalli azzurri si rinvennero a Lyndoch nella Contea Renfrew in Ontario. Negli U.S.A. si rinviene berillo var. acquamarina nel Mt. Antero nella Contea Chaffee in Colorado, berilli var. acquamarina e morganite a Stoneham e nelle cave Bennett e Orchard, tutte nella Contea Oxford nel Maine, a Roebing nella Contea Litchfield nel Connecticut, a Spruce Pine nella Contea Mitchell nel North Carolina, a Keystone nella Contea Pennington nel Sud Dakota dove è stato trovato un cristallo lungo 9 m.



Bixbite in riolite - Thomas Range, Contea Juab, Utah (U.S.A.) - 45 mm - collezione e foto dell'autore

e del peso di 61 tonnellate. Morganiti di straordinaria bellezza provengono dalle pegmatiti di Pala San Diego in California.

Unici al mondo sono i cristalli color rosso porpora delle cavità riolitiche alterate di Thomas Range nella Contea Juab e dei Monti Wah Wah nella miniera 7 Violet nella Contea Beaver, entrambi nello Utah. Berilli var. smeraldi associati a spodumene verde si rinvengono a Hiddenite nella Contea Alexander nel giacimento del Mt. Big Crabtree nella Contea Mitchell e vicino a Shelby nella Contea Cleveland, tutte nel North Carolina.

Nell'America del Sud sono famosi per la loro bellezza gli smeraldi di diverse miniere distribuite intorno a Muzo, Coscuez, La Pita e Peña Blanca, tutte a nord di Bogotá e a Chivor a nord-est di Bogotá, tutte nel Dipartimento di Boyacá in Colombia. Numerosi sono i giacimenti brasiliani tra cui ricordiamo per gli smeraldi Carnaíba e Socotó, entrambi nel Bahia, le miniere di Belmont, Capoeirana e Piteiras tutte nella Nova Era nel Minas Gerais. Il Brasile è il più grande produttore di berilli var. acquamarina. Tra tutte le località vanno ricordate la

Valle Três Barras, Medina e Pedra Azul e la miniera Papamel nella Valle Marambaia dove fu trovata nel 1910 un cristallo di 110 kg, tutte località a nord di Teófilo Otoni nel Minas Gerais. La morganite si rinviene nella miniera Urucum, vicino a Galiléia e nella miniera Morganita, vicino a Conselheiro Pena, in cristalli di 20 cm nella miniera Golconda, a sud di Marilac ed infine nella miniera Bananal a nord di Coronel Murta, tutte nello stato di Minas Gerais.

In Africa splendidi berilli var. acquamarina associati a tormaline nere sono rinvenibili a Erongo e in un granito a Klein Spitzkopje a nord-ovest di Usakos, entrambi località della Namibia. Sempre in Namibia si rinvengono berilli eliodoro a Rössing ad est di Swakopmund.

Berilli var. acquamarina accompagnati da topazi si rinvengono nel granito di Jos Plateau in Nigeria, berilli di vari colori si trovano a Muiane e in altre miniere tutte del Distretto dell'Alto Ligonha e a Morrua, tutte località del Mozambico. Cristalli giganti utili nell'industria si rinvengono nella cava pegmatitica di Kobokobo vicino a Kamituga nel

Sud-Kivu nella Repubblica Democratica del Congo. Numerose le località del Madagascar tra cui si ricorda Antsirabé, Ankazobé, Tsaratanana a nord di Antananarivo e Irondro a ovest di Ambositra da cui provengono belle cristallizzazioni. In Marocco si rinvengono berilli verde pallido anche di dimensioni ragguardevoli a Oulmès, vicino a Casablanca. Il giacimento del Lako Manyara in Tanzania produce smeraldi con crisoberillo var. alessandrite. Il più importante distretto africano di smeraldi resta tuttavia Sandawana nello Zimbabwe che produce pietre di dimensioni piuttosto modeste ma dallo splendido colore. Belli, ma di colore pallido sono gli smeraldi di Gwantu nello Stato di Kaduna in Nigeria.

In Asia splendidi berilli azzurri provengono dalle miniere intorno a Dassu e Apaligun a nord di Skardu nella valle Shigar, a Bulache e a Chamachhu, rispettivamente a sud e a est di Shengus, nella valle Hunza tutte località del Northern Areas in Pakistan.

Bei berilli var. acquamarina e morganite si rinvengono in Afghanistan a Jalalabad, a Nilaw, a Mawi, tutte nella Provincia di Laghman e nella miniera Hyakule, nel Distretto di Sankhuwa-Sabha nel Nepal orientale.

Berilli azzurri si rinvengono in splendidi cristalli a Karur, nel Tamil Nudu in India e nel Distretto di Thuong Xuan, nella Provincia di Hoa in Vietnam. La varietà goshenite si rinviene in cristalli tabulari con facce complesse fino a 10 cm nei Monti Xuebaoding nella Provincia di Sichuan in Cina e si accompagnano a splendidi cristalli di cassiterite lucentissima e scheelite di color arancione. La varietà verde smeraldi si rinviene principalmente nel Distretto di Swat a nord-est di Peshawar nella Provincia North West Frontier in Afghanistan e a Rajgarh e a Radjasthan in India.

In Europa si rinviene nella varietà acquamarina e eliodoro a Alabashka e Murzinka, come morganite a Shaytanka, tutte località degli Urali centrali. Sempre in Russia berilli azzurro pallido provengono



Acquamarina su tormalina shorlite - Monti Erongo (Namibia) -100 mm - foto e collezione dell'autore

no da Adun-Cholon e sul Monte Sherlova Gora, entrambi nel Chita oblast, in cristalli fino a 1,5 cm a Tigerek, nei Monti Rudnyy Altay, tutte località della Siberia, mentre la varietà goshenite accompagnata da cassiterite e scheelite proviene dal giacimento Zabytoye nel Primorskiy krai. Splendidi berilli eliodoro anche con doppia terminazione provengono dalle pegmatiti di Volhynia, in particolare da Volodarsk Volhyn'skyy in Ucraina e a Luumäki in Finlandia.

Nella Repubblica Ceca berilli verde pallido provengono da Pisek e Údraž, in cristalli anche di 50 cm a Otov, incolori a Nová Ves, tutte località della Boemia; a Puklice e a Maršikov in Moravia. In Germania si rinviene a Tittling, vicino a Passau in Baviera; in Francia ad Ambazac e Chabannes, entrambi nel Dipartimento Haute-Vienne; in Romania in grandi cristalli a Teregovă nel Banato; in Norvegia ad Arendal nel Aust-Agder e vicino a Moss nell'Østfold; in Portogallo a Senhor Ascensão vicino a Guarda. La località più prestigiosa per gli smeraldi resta la valle Habachtal nel Salisburgo in Austria.

In Italia si rinvennero berilli var. acquamarina in Val Codera in Lombardia e nella varietà smeraldo dal colore pallido in Val Vigizzo in Provincia di Novara. Acquamarina con cristalli di bazzite è stata trovata a Baveno sul Lago Maggiore (No). Berilli incolori o appena rosati provengono dalla pegmatite di S. Piero in Campo all'Isola d'Elba.

La lunga descrizione delle località di ritrovamento testimonia l'ampia diffusione del minerale che non raggiunge mai concentrazioni elevate. E' opportuno sottolineare che, tra tutte le località descritte, il berillo è particolarmente abbondante in Brasile nello stato di Minas Gerais e in Bahia, nel centro Africa e in Madagascar. In Asia è diffuso in qualità da gemma nella regione Northern Areas del Pakistan.

Il Berillo nell'industria

Il metallo: caratteristiche e preparazione.

Il berillo è il più importante minerale del berillio, che è un elemento metallico di colore grigio, fragile, altamente tossico. Il berillio è il capostipite del



Morganite e muscovite - Dassu, Skardu (Pakistan) - 60 mm - foto e collezione dell'autore

II° Gruppo della Tavola Periodica ed è quindi, dopo il litio, il metallo più leggero. Fonde a circa 1278 °C, bolle a 2970 °C, e ha densità 1,848 g/cm³. Presenta una ottima conduttività termica e non è magnetico.

Chimicamente il metallo presenta forti analogie con l'alluminio: i suoi sali sono infatti difficilmente separabili da quelli di quest'ultimo. L'osservazione fatta tra berillio e alluminio mi spinge a ricordare che la similitudine tra il primo elemento di un Gruppo e il secondo del Gruppo successivo è una costante che si ripete negli elementi della prima riga (Periodo) della tavola periodica.

In seguito ad esposizione all'aria o al vapore acqueo si ricopre di un sottile film di ossido di berillio sulla sua superficie esposta, che lo rende altamente resistente alla corrosione, all'acqua calda e fredda e agli acidi anche ossidanti. I composti del berillio sono assolutamente innocui, tuttavia i vapori e le polveri rilasciati durante la produzione del metallo sono estremamente tossici ed è necessaria molta attenzione per evitare di respirare anche tracce.

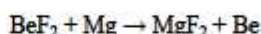
Il metallo fu scoperto come ossido nel 1798 dal chimico francese Louis-Nicolas Vauquelin e fu isolato per la prima volta nel 1828 da Friedrich Wöhler, e indipendentemente da Antonine-Alexandre-Brutus Bussy. Inizialmente venne chia-

ma t o *Berillo eliodoro - Murzinka, Monti Urali (Russia) - "glucinium" (simbolo Gl)* per il sapore dolce

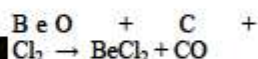
dei suoi sali, solo successivamente venne battezzato berillio con simbolo Be.

Il berillio è un elemento assai poco diffuso in natura e si ricava appunto dal berillo attraverso il seguente processo chimico. Si isola dapprima l'idrossido di berillio per trattamento del berillo con alcali, dalla calcinazione dell'idrossido si ottie-

ne l'ossido e da quest'ultimo si prepara il fluoruro per trattamento con acido fluoridrico (HF). Il fluoruro di berillio viene infine ridotto termicamente a metallo in presenza di magnesio secondo la reazione



Un altro processo di preparazione è quello elettrolitico. In questo caso l'ossido, trattato a 800 °C con cloro e carbone si trasforma nel cloruro BeCl₂ secondo la reazione



L'elettrolisi del cloruro di berillio fuso in miscela con cloruro sodico libera berillio metallico.

Utilizzo del metallo e dei suoi composti.

Industrialmente il berillio è importante perché è l'unico metallo leggero (la massa per unità di volume è di 1,848 g/cm³), presenta un'elevata temperatura di fusione (oltre 1250 °C). Il metallo viene utilizzato per la fabbricazione di leghe che presentano buone proprietà termiche o con particolari proprietà elettriche. Alcune leghe presentano caratteristiche meccaniche particolarmente resistenti alla corrosione.

Le leghe berillio-rame resistono alle alte temperature, sono straordinariamente dure, resi-

stenti alla corrosione, non emettono scintille e non sono magnetiche. Queste leghe sono usate in molte parti critiche soggette a movimento come i motori di aeroplani, in componenti chiave di strumenti di precisione, in relè e interruttori. Martelli, chiavi ed altri strumenti in berillio-rame sono usati nell'industria petrolifera dove scintille provenienti dall'ac-



Berillo eliodoro - Murzinka, Monti Urali (Russia) - 90 mm - foto e collezione dell'autore

ciaio potrebbero causare delle esplosioni. Nell'industria elettronica le leghe di berillio-rame vengono utilizzate in prese di corrente a circuito integrato e in connettori elettronici.

Le applicazioni del berillio nelle tecnologie aerospaziali, nucleari e militari sono tuttavia suscettibili di forti fluttuazioni nella domanda e offerta a seconda delle variazioni nei programmi governativi per gli armamenti, per le tecnologie nucleari ed aerospaziali.

Il berillio trova impiego nei tubi a raggi X in quanto è trasparente ad essi. La naturale tendenza a rallentare e catturare neutroni lo rende eccellente come moderatore nei reattori nucleari per la produzione di energia nucleare. Il berillio è utilizzato infine nella fabbricazione di strumenti e apparecchi come computer, laser e televisori.

Oltre che come metallo, il berillio è usato come ossido, una sostanza dotata di elevata temperatura di fusione, di elevata conducibilità termica e di bassa (a differenza del metallo) conducibilità elettrica. Le proprietà ceramiche dell'ossido di berillio lo rendono ideale per la produzione e la protezione di materiali che sono usati ad alte temperature in ambienti corrosivi. Tra le sue applicazioni speciali sono da annoverare le montature di transistor, rivestimento di semiconduttori e substrati microelettronici.

Il berillio ha anche interesse come indicatore geologico. L'isotopo ^{10}Be è detto cosmogenico in quanto prodotto nell'atmosfera terrestre per collisione dei raggi cosmici sull'ossigeno e azoto. Premesso che il berillio resta in soluzione a pH inferiore a 5,5 e considerato che l'acqua piovana presenta spesso un pH circa 5, il ^{10}Be prodotto entra in soluzione con la pioggia ed è da essa trasportato sulla superficie terrestre. Man mano che la precipitazione diventa più alcalina, il berillio si allontana dalla soluzione precipitando come idrato. È a questo punto che il berillio cosmogenico si accumula sulla superficie del suolo dove, il suo tempo di decadimento relativamente lungo (1,5 milioni di anni), gli permette una lunga resistenza prima di decadere in ^{10}B . Le analisi della concentrazione di ^{10}Be nei ghiacciai hanno evidenziato che, negli ultimi due secoli, la concentrazione di tale isotopo è maggiore quando aumenta l'attività del Sole, per cui la misura della sua concentrazione può fornire informazioni sull'attività solare, sulla storia climatica della Terra e sull'età dei ghiacciai.

Il berillio in gemmologia.

Come già si è detto, il berillio è un minerale incolore

ma in natura lo ritroviamo spesso con tonalità di colore di rara bellezza che variano dal verde acqua, al verde smeraldo, all'azzurro, al rosa, al giallo e raramente al rosso. Se il colore si associa ad una trasparenza il minerale entra a tutti gli effetti nel campo gemmologico, acquisendo un valore sempre più alto in ragione di una purezza crescente e ad un colore intenso.

A seconda del colore il berillio viene chiamato:

Varietà	colore	causa del colore
smeraldo	verde	Cr^{3+}
acquamarina	azzurra	Fe^{2+}
morganite	rosa	Mn^{2+}
berillo aureo	giallo	Fe^{3+}
eliodoro	giallo-verde	Fe^{3+}
bixbite	rosso	Cr^{3+}
goshenite	incolore	

Smeraldo.

Lo smeraldo è la varietà più prestigiosa di berillo. La sua rarità associata ad una purezza assai poco frequente rendono tale gemma preziosissima.

Il nome deriva dal greco *smaragdus* che significa pietra verde. Il colore nello smeraldo è dovuto al Cr^{3+} che è presente solo in tracce.

Lo smeraldo era conosciuto fin dall'antichità. Al tempo dei Faraoni veniva estratto nelle miniere Kossier, poi denominate di Cleopatra. Plinio ci ri-





Smeraldo e pirite su dolomite - Muzo (Colombia) - 70 mm - foto e collezione dell'autore

corda gli smeraldi scythici forniti dalle tribù selvagge della Scizia, regione della Russia meridionale tra il Danubio e il Don.

La difficoltà di reperimento lo rendevano gemma per pochi sia in Oriente che in Occidente.

Riebbe gran voga nel XVI secolo a seguito delle conquiste spagnole dell'America centrale. Hernan Cortés (1485-1547) portò da quelle terre ricchezze immense e la Spagna divenne il paese più ricco.

Credeenze.

Gli antichi dedicarono lo smeraldo a Venere perché lo ritenevano efficace ad ottenere le sue grazie. Plinio ci dice che lo smeraldo conforta la vita e fa vedere "per più lungo spazio". Messo al dito doveva recare sicura fortuna. Nerone utilizzava uno smeraldo concavo attraverso il quale osservava i ludi circensi. Torquato Tasso nella Gerusalemme Liberata così si esprime: "e lieto ride il bel smeraldo".

Venne ritenuto simbolo di castità e di verginità. Viene a questo proposito citato il fatto accaduto al

Re di Ungheria nella prima notte di matrimonio. Nel momento del congiungimento con la Regina, il magnifico smeraldo che portava al dito si spezzò in tre pezzi.

La gemma.

Tra tutti i berilli lo smeraldo è il più delicato e solo raramente si presenta puro. Anche i più bei smeraldi presentano infatti crepe e conservano al loro interno impurezze che testimoniano tuttavia la bontà della pietra e la sua provenienza.

Il pleocroismo non è evidente e il potere dispersivo è molto basso. Lo smeraldo insomma è bello per il colore, ma non ha la lucentezza e non raggiunge mai la purezza del diamante.

I giacimenti più importanti sono quelli del Sud America e in particolare quelli colombiani. Nello Zambia i depositi più noti sono quelli di Kafubu, scoperti nel 1931, dove i cristalli sono piuttosto piccoli. Rilevanti sono i giacimenti dello Zimbabwe, in particolare quelli di Sandawana, scoperti nel 1956. Il minerale è di pezzatura piccola ma ha

una colorazione verde intensa, che ricorda lo smeraldo di Muzo (Colombia). I depositi della Tanzania e, in particolare, quello del Lago Manyara, è stato sfruttato dal 1969. Più recenti sono le miniere di Sumbawanga, i cui smeraldi, di qualità inferiore e lattiginosi vengono preferibilmente tagliati a cabochon.



Acquamarina, shorlite, quarzo e albite - Chumar Bakhoor, Nagar, Hunza Valley (Pakistan) - 100 mm - collezione e foto dell'autore

Fra gli altri giacimenti di smeraldo nel mondo un certo ruolo ricoprono quelli di Pakistan, India, Russia e Afghanistan. Come già accennato lo smeraldo si rinviene anche in alcune località delle Alpi Salisburghesi e in Italia nella zona di Pizzo Marcio in Val Vigezzo.

Trattamenti.

Il riscaldamento non ha influenza sul colore degli smeraldi, tuttavia trattamenti termici non vengono effettuati a causa delle abbondanti inclusioni fluide e della non elevata tenacità. Qualche autore ammette che tra i 300 e i 600 °C lo smeraldo trasparente diventa opaco.

I trattamenti più comuni sugli smeraldi sono l'oliatura e le infiltrazioni con resine epossidiche che riempiono fessure e cavità rendendo uniforme la pietra.

Sofisticazioni.

Le sofisticazioni più comuni sono vetri o doppiette: sandwich formato da una fetta di smeraldo incollata su un minerale trasparente; l'effetto è straordinario, ma visibile osservando la pietra di taglio.

Imitazioni.

Lo smeraldo può confondersi con il granato grossularia verde (tsavorite), con l'uvarovite, con l'olivina, con il diopasio con lo spodumene verde (hiddenite), con la varietà cromifera di diopside, con la tormalina e con la fluorite.

Sintesi.

La complessità della formula

non rende semplice la sintesi dello smeraldo.

Acquamarina.

L'etimologia di questa varietà di berillo è evidente, il colore azzurro-verde ricorda quello dell'acqua del mare, che è causato da tracce di Fe^{2+} .

Al contrario dello smeraldo l'acquamarina è quasi sempre trasparente e priva di inclusioni. Il pleocroismo è poco sensibile nelle gemme chiare, ed è più visibile in quelle di colore intenso. Il diverso inquinante non cambia il potere dispersivo che resta sempre debole. La maggior abbondanza rende l'acquamarina pietra meno pregiata dello smeraldo.

Il minerale è diffuso in diverse località di tutti i continenti. I giacimenti più importanti sono in Brasile, Madagascar, Pakistan, Cina.

In Italia è nota l'acquamarina della Val Codera dal bel colore azzurro ma sempre opaca.

Trattamenti.

Il trattamento termico porta a decolorazione, mentre a 425 °C l'acquamarina verdastra scolorisce e con il raffreddamento successivo diventa azzurra.

Sofisticazioni.

La facilità con cui si trovano gemme pure inibisce

ogni sorta di sofisticazioni.

Imitazioni.

L'acquamarina può confondersi con il topazio azzurro da cui però si distingue per il diverso indice di rifrazione. Può essere confusa anche con tormalina indicolite, con lo zirconio e il corindone di color azzurro. Vetri azzurri possono imitare la sua delicata colorazione.

Sintesi.

Analogamente a quanto detto per lo smeraldo la sintesi dell'acquamarina non è stata realizzata. Lo spinello sintetico di colore azzurro, facilmente preparabile può essere confuso con la gemma acquamarina ma chimicamente è molto diverso.

Morganite

Il nome deriva da J. P. Morgan, banchiere americano appassionato di gemme. Il colore rosa pallido è dovuto al Mn^{2+} e/o Cs^{1+} .

La gemma è spesso pura, raramente si presenta con inclusioni di mica. L'indice di rifrazione aumenta con l'aumentare della presenza di cesio e il pleocroismo è assai sensibile nelle gemme a intensa colorazione.

È pietra poco conosciuta e conseguentemente poco commercializzata.

Può essere confusa con tutte le pietre rosa e particolarmente con la kunzite.

Il minerale è poco diffuso. I giacimenti più importanti sono quello di Pala S. Diego in California, Mahanitra, Tsilaisina e altri in Madagascar, Barra da Salinas in Brasile e l'area himalaiana del Pakistan e Afghanistan. In Italia morganiti si rinvennero nelle pegmatiti elbane di S. Piero in Campo e S. Ilario in Campo.

Al British Museum di Londra è presente un cristallo di morganite del peso di 4,05 kg rinvenuto a San

Diego in California.

Trattamenti e Sofisticazioni.

Data la scarsa commercializzazione non vi sono interventi particolari sulle rare gemme commercializzate.

Imitazioni.

La morganite può confondersi con le pietre rosa, in particolare con la kunzite.

Sintesi.

Non si conosce nessuna sintesi della gemma.



Gemma di morganite - foto e collezione dell'autore

Berillo eliodoro e berillo aureo

Il nome eliodoro deriva dalle parole greche *elios*, *doron* che significano rispettivamente sole e dono. Il nome fu dato dai tedeschi allorché trovarono nel 1910 questa varietà di berillo a Rössing nel Bahnstrecke Windhock-Swakopmund, località della colonia tedesca dell'Africa del Sud. La varietà gialla era tuttavia già nota perché ritrovata precedentemente in Madagascar e in Brasile. La pietra sudafricana sottoposta a raggi catodici presenta una magnifica fluorescenza blu-violetta, rosata o giallo-rossa, contrariamente alle pietre malgascia e brasiliana che ne sono prive. Tale particolarità indusse i tedeschi a chiamare la gemma sudafricana eliodoro in conseguenza di questa luminescenza che vuole paragonato questo berillo al dono dei raggi dorati del sole. Questa diatriba fu risolta col dare il nome di eliodoro solo alle pietre rinvenute in Sud Africa e berillo giallo-verde per quelle del Madagascar e del Brasile.

La gemma è generalmente pura. Si pensa che gli effetti di luminescenza, così come il colore siano dovuti alla presenza di sostanze radioattive in dosi tanto minime da sfuggire all'analisi.

Il berillo aureo è anch'essa una pietra gialla che si

rinvieni in bellissimi cristalli in Brasile a Serro Juiz de Fora e in qualche località degli U.S.A. Nel famoso The Mineral Kingdom della Smithsonian Institution (U.S.A.) è citato un campione di berillo aureo di 2054 carati tagliato a tavola proveniente dalle miniere brasiliane del Minas Gerais. Analogamente ai precedenti i berilli aurei con tendenza al verde rivelano fluorescenza mentre quelli con colore dorato ne sono privi.

L'indice di rifrazione non è molto diverso nei due casi e paragonabile a quelli finora descritti. Il pleocroismo è sensibile solo su gemme di intensa colorazione.

Trattamenti e Sofisticazioni.

Data la scarsa commercializzazione non vi sono interventi particolari sulle rare gemme commercializzate.

Imitazioni.

E' relativamente poco conosciuta e si può confondere con tutte le pietre gialle, come il topazio giallo e il quarzo citrino.

Sintesi.

Non si conosce nessuna sintesi della gemma.

Berillo rosso o bixbite

Furono i tedeschi a denominare bixbite la rara varietà di berillo colore stachelbeerrotten (rosso-uva spina). In effetti la denominazione trae origine da Bixbee città dell'Arizona, che, tra l'altro, non è luogo di ritrovamento. La denominazione appare dunque impropria perché può creare confusione

con la bixbyite, di formula chimica $(Mn^{3+}, Fe^{3+})_2O_3$ il cui nome ricorda il mineralogista americano Bixby, minerale che si rinvieni pure nello Utah e che accompagna topazi, minerali ben diversi dal berillo.

La bixbite si rinvieni principalmente nelle Montagne Wah Wah, dove sono stati trovati piccoli (1-2 cm) berilli rossi dal colore simile al rubino. Si rinvieni anche a Simpson Spring nello Utah, a Ramona nella Contea

San Diego in California, tutte località degli U.S.A. e a Schaitansk vicino a Jekaterinburg negli Urali in Russia.

La gemma quando pura è splendida e per la sua rarità di valore assoluto.

Trattamenti e Sofisticazioni.

Gemma non rinvenibile in commercio.

Imitazioni.

Si può confondere con tutte con la tormalina rubellite, con il



Gemma di acquamarina - foto e collezione dell'autore

rubino e con lo spinello rosso.

Sintesi.

Non si conosce nessuna sintesi della gemma.

Berillo goshenite

Il nome ricorda Goshen località di principale provenienza degli U.S.A.

Questa varietà di berillo incolore è francamente rara. Oltre alla località statunitense ricordo alcune località degli Urali in Russia e più recentemente alcune località pakistane della regione Northern Areas e i Monti Xuebaoding in Cina.



Goshenite su mica - Northern Areas (Pakistan)- foto e collezione dell'autore

I cristalli sono generalmente limpidissimi, raramente hanno lievissima tendenza al rosato o al verdolino.

Trattamenti e Sofisticazioni.

Non è pietra commercializzata e quindi non è soggetta a contraffazioni.

Imitazioni.

Si può confondere con tutte le pietre incolore.

Sintesi.

Non si conosce nessuna sintesi della gemma.

Taglio dei berilli da gemma.

Il taglio delle pietre normalmente è a tavola. Questo taglio infatti tende ad esaltare il colore che rappresenta la caratteristica principale di queste gemme. Sono comunque utilizzati anche i tagli a bril-

lante e a goccia.

Bibliografia:

S. Cavenago-Bignami - Gemmologia (Quarta Edizione) 1° Volume pag. 656

C. Comejo, A. Bartorelli - Minerals and precious stones of Brazil, pag. 444

Extralapis N. 2 - Emeralds of the World

Extralapis N. 6 - Pakistan Minerals, Mountains & Majesty