

Museo del Liceo scientifico A. Avogadro **MINERALI**

a cura del **Gruppo Mineralogico Basso Canavese**

Scheda anagrafica n°: 8
Reperto: 7-8-9-10-11-12-38-40-55-56-121- 188am-189am
 202-

Nome: Quarzo

Formula chimica: SiO₂

Etimologia: Dal tedesco *quarz*

Durezza: 7 (fragile)



Striscia: Bianca e colore: bianco, grigio, bruno, nero, violaverdastro, bluastro, giallo, rosa

Trasparenza: Trasparente, translucido, non trasparente

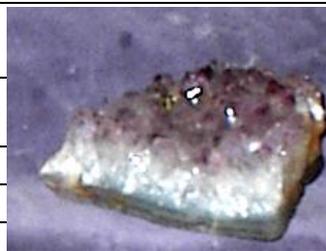
Lucentezza: Vitrea, grassa

Sfaldatura: Imperfetta secondo (1011)

Frattura: Concoide scagliosa

Morfologia: Cristalli, aggregati granulari e massivi.

Densità: 2,65

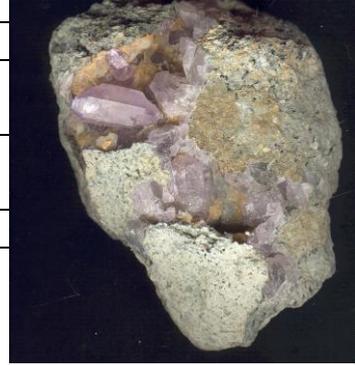


Luminescenza: Talvolta gialla, crema, arancione, verdastra,



Conducibilità elettrica: Piro e piezoelettrico

Composizione chimica:	SiO ₂ 100% presenza di Al, Li B, Fe, Mg, Ca, Ti K, Rb
Proprietà chimiche:	Non fonde, ma crepita; solubile in HF
Trattamenti:	Pulire con acqua o con acidi diluiti ad eccezione di HF
Differenze:	Durezza, densità, sfaldabilità, solubilità negli acidi raggi X e reazioni chimiche
Genesi:	Magmatica, pegmatitica, idrotermale, metamorfica, vene di tipo alpino, croste di alterazione, sedimentaria
Provenienza:	Liceo e Gruppo Mineralogico Basso Canavese



Sistema cristallino: Tre assi cristallografici sono di uguale lunghezza e giacciono su di uno stesso piano orizzontale formando fra loro angoli di 120°; il quarto asse di lunghezza diversa, più lungo o più corto, forma angoli di 90° con i primi tre come nel sistema esagonale, ma mentre in quello l'asse è senario, in questo sistema è ternario. La massima simmetria di un cristallo di questo sistema è data da un asse ternario, tre assi binari, tre piani e un centro di simmetria mentre il grado di simmetria minore si ha in cristalli con solo un asse di simmetria ternario.

Trigonale (quarzo A al di sotto di 573°C)

$\alpha = \beta = \gamma = 120^\circ; \delta = 90^\circ$
 $a = b = c$

Tre degli assi cristallografici sono con di eguale lunghezza e giacciono su di uno stesso piano orizzontale formando angoli di 120° fra loro. Il quarto asse, di lunghezza diversa, più lungo o più corto, forma angoli di 90° i primi tre. Il più elevato grado di simmetria è rappresentato da un asse senario, sei assi binari, sette piani ed un centro di simmetria; il minimo è dato da cristalli con un asse di simmetria senario.

Esagonale (quarzo-B – tra 573 e 870°C)

$\alpha = \beta = \gamma = 120^\circ; \delta = 90^\circ$
 $a = b = c$

Classe: Ossidi: Gli ossidi sono dei composti dell'ossigeno con elementi metallici e non metallici. Vengono divisi in anidri (per esempio il quarzo, la cassiterite) e in idrati (l'opale, la goethite, ecc.). Gli spinelli (cioè il gruppo spinello-magnetite), che in certi vecchi libri formano un gruppo indipendente, fanno parte degli ossidi. I diversi minerali di questo gruppo sono spesso isomorfi. Con i nuovi sistemi di classificazione, si colloca tra gli ossidi anche la wolframite. La formazione e l'aspetto degli ossidi sono molto diversi. Alcuni di essi hanno notevole interesse industriale e possono presentarsi splendidamente cristallizzati

	in gruppi assai vistosi. Alcuni ossidi sono scuri, altri perfettamente chiari
--	--

Forma dei cristalli:	Prismatici, bipiramidali, pseudocubi, geminati frequenti che si dicono del Brasile, del Delfinato, del Giappone
-----------------------------	---

Località: Importante minerale delle rocce. Costituente essenziale delle rocce magmatiche acide (graniti, granodioriti, dioriti, quarziti, ecc.), delle pegmatiti, delle vene quarzifere e di filoni mineralizzati; è presente nelle croste di alterazione e si concentra nelle rocce sedimentarie; durante il processo metamorfico, forma cristalli nelle vene di tipo alpino.

Molto abbondante; si trovano spesso monocristalli di mole e di peso notevoli, come in Brasile (cristallo di 40 tonnellate circa), in URSS (Kazakistan) di circa 70 tonnellate.

A seconda del colore, della tessitura e della sua forma cristallografica, si suddivide il quarzo in due gruppi fondamentali:

Può trovarsi tanto in cristalli ben formati, anche di dimensioni quanto in masse compatte microcristalline (quarziti) e concrezionari fino a criptocristalline (agate, diaspri, corniole, ecc.). Abitualmente è bianco, ma le varietà pure sono incolori (cristallo di rocca); la presenza di ioni di materiale estraneo può produrre i colori più svariati.

I cristalli di quarzo sono solitamente prismatici esagonali, terminati da due romboedri che simulano una bipiramide esagonale; le facce del prisma possono essere striate orizzontalmente e gli spigoli presentare una diversa corrosione, più rari i cristalli "a scettro".

Frequenti le geminazioni caratteristiche: secondo la legge del Delfinato, se si tratta di compenetrazione di due cristalli entrambi destri o sinistri; del Brasile, se si ha la compenetrazione di un cristallo destro e di uno sinistro; del Giappone, tipica di due individui piatti che si associano a dare una figura a forma di cuore.

Non rari i cristalli contenenti bolle gassose o liquide, ben visibili anche a occhio, nudo (quarzo a livella), o altri minerali disposti in modo caratteristico.

Il quarzo comune è la forma A stabile fino a 573 °C; oltre questa temperatura è stabile la forma B esagonale, conservata paramorficamente solo in rocce vulcaniche.

Il quarzo A è durissimo (7° termine della scala di Mohs), leggero, privo di sfaldatura ma con una netta frattura concoide e una discreta divisibilità secondo le facce del romboedro; il suo aspetto varia da trasparente a traslucido, con lucentezza vitrea. È fortemente piezoelettrico (fuorché nei geminati secondo la legge del Brasile, in cui le cariche dei due gemelli si alludono mutuamente essendo essi orientati in modo esattamente contrapposto) e piroelettrico.

Possiede forte polarizzazione rotatoria di segno contrario negli individui destri e sinistri. È infusibile e insolubile negli acidi tranne che nell'acido fluoridrico, in cui si decompone dando vapori di tetrafluoruro di silicio gassoso; è attaccabile dalle basi forti.

Sono note altre forme polimorfe del quarzo, cioè la *crystalite* **a** e **B** (rispettivamente tetragonale e cubica), la *tridimite* (esagonale) e una rarissima forma cubica (*melanoflogite*) dei giacimenti di zolfo siciliani e di fessure di rocce della Toscana.

Il vetro di silice naturale, derivato dal quarzo per fusione nelle tectiti o in crateri d'impatto meteorici, è chiamato *lechatelierite*.

È uno dei minerali più comuni della crosta terrestre (12% in volume).

Cristallizza direttamente dal magma a partire dallo stadio pegmatitico-pneumatolitico fino a quello idrotermale di bassa temperatura ed è presente tanto in rocce plutoniche (graniti, granodioriti, tonaliti) quanto ipoabissali (porfidi granitici, pegmatiti, ecc.) e vulcaniche (porfidi quarziferi, rioliti, ecc.). Nell'ambiente sedimentario è stabile sia come minerale detritico (sabbie alluvionali, marine, desertiche) sia come cemento di rocce consolidate (arenarie); cristallizza inoltre da soluzioni calde (geyseriti) e fredde (ialiti) e costituisce un minerale diagenetico derivato dallo scheletro di particolari organismi (tripoli e diatomiti, seici).

Nell'ambiente metamorfico è stabile sia ai più bassi sia agli estremi gradi (da fildiadi e quarziti sino a granuliti ed eclogiti), benché sia, in certi casi, facilmente mobilizzato (vene quarzose di segregazione, pegmatiti di secrezione). È uno dei primi componenti a rifondere nel processo di anatessi, ma è anche tra i primi a ricristallizzare (migmatiti, graniti di anatessi).

Nel metamorfismo di impatto si trasforma in due altre forme di altissima pressione e temperatura (*coesite*, (nel Museo del Liceo Scientifico Avogadro si trova sui cristalli del granato Piropo) monoclina e *stishovite*, tetragonale) finora trovate solo in crateri meteorici antichi.

La cristobalite si forma in cavità di rocce laviche nelle quali si è avuto un raffreddamento molto rapido, così come all'interno di vetri vulcanici (ossidiane) e anche per azione di metamorfismo termico elevato su rocce

ricche di quarzo. La tridimite è tipica di cavità di rocce vulcaniche acide

Qualità:

.Talmente comune che è praticamente impossibile citare tutte le località in cui si trova. Basterà ricordare qui alcune di queste per le varietà più caratteristiche.

Quarzo latteo E' bianco ed è il più comune, presente nelle pegmatiti e nei filoni idrotermali. Il colore dipende, in genere, dalla presenza di numerosissime bollicine gassose e liquide disperse nel cristallo.

Tra i ritrovamenti rimasti famosi, ricordiamo quello di un cristallo pesante 13 tonnellate rinvenuto in Siberia. Il quarzo latteo è diffuso praticamente in tutte le regioni, specialmente in quelle alpine.

Quarzo ialino Incolore, trasparente cristallo di rocca", ritenuto anticamente dai cercatori di cristalli ghiaccio pietrificato) è molto puro e ricercatissimo dai collezionisti di minerali; è presente soprattutto nelle pegmatiti, nelle fessure alpine e in geodi di varie rocce. Serve industrialmente a usi ottici e piezoelettrici, benché quasi completamente sostituito da quello artificiale.

Luoghi famosi per questo minerale sono il Minas Gerais (Brasile), con cristalli fino a 5 t, la Val Cristallina nel massiccio del Gottardo (Svizzera), il Madagascar, il Dosso dei Cristalli (Val Malenco, Sondrio), **Val d'Ayas (Valle d'Aosta) (Campioni esistenti al Liceo Scientifico A Avogadro)**, la Valle di Vizze (Alto Adige). In Sardegna nella ganga di numerose mineralizzazioni del Sulcis Iglesiente (Montevecchio, S'Ortu Becciu, M.ra Rosas, Miniera S.Giovanni, etc.), nelle trachiti del Monte Arci (Marubiu) e di Codrongianus, nella miniera Sos Enattos (Lula) e M.ra Argentiera (Nurra). Stubachtal e Ziliertal (Tirolo, Austria), il Delfinato (Francia), il Giappone.

Il marmo di Carrara ne contiene rari ma eccezionalmente limpidi cristalli. In alcune località il quarzo ialino in cristallini perfetti si trova nel terreno agrario derivando dal disfacimento di rocce locali, soprattutto carbonatiche, che lo contengono (Selvino, Bergamo e Herkimer, USA).

Quarzo affumicato Bruno più o meno scuro, fino a nero (nel qual caso si chiama *morione*), è dovuto probabilmente a irraggiamento radioattivo naturale perché, riscaldato, dapprima ingiallisce e poi ridiventa bianco. E' stato trovato in cristalli fino a 300 kg in vene idrotermali di alta temperatura in Brasile, Madagascar, Scozia (a Cairgorm, località da cui, nei paesi anglosassoni, ha preso nome questa varietà, nota anche come *smoky quartz*) e nelle fessure alpine (San Gottardo, Svizzera, Beura in Val d'Ossola). In Sardegna presso Sorradile e Nughedu S. Vittoria, recentemente alcuni ricercatori hanno segnalato la presenza di Q. nero in alcune fratture e cavità nei graniti del M.te Limbara.

Quarzo azzurro E' dovuto alla presenza di minutissime inclusioni di rutilo o di tormalina ed è piuttosto frequente in rocce metamorfiche.

Quarzo citrino Giallo o bruno per la presenza di inclusioni di idrato ferrico

	<p>colloidale, diventa bianco se riscaldato e bruno scuro (morione) se irraggiato con raggi X. E' molto usato come imitazione del piú caro topazio con denominazioni di fantasia ("topazio di Palmira"). Si trova in Brasile (Minas Gerais), Francia (Delfinato) e URSS. In Sardegna segnalato presso Masullas (Mogoro).</p>
	<p>Ametista Ha colore viola dovuto alla presenza di ossido di ferro. Scaldata a 300°C diventa bianca, poi a, 500°C gialla (quarzo citrino) per riprendere il colore viola se irraggiata con raggi X o con bombardamento di particelle Le piú belle ametiste provengono da Montezuma, nello stato di Minas Gerais (Brasile): sono lunghe fino a 30 cm e si trovano, entro geodi di rocce vulcaniche, su matrici sotto forma di croste d'agata. Altre località sono in Uruguay, Sri Lanka, Canada, Urali (URSS), Zambia e Cecoslovacchia.</p> <p>In Sardegna si trova a Gonnosfanadiga, a Masullas (presso M.Arci), a Samugheo e in una cava di pietrisco (Cava Capurru) presso l'abitato di Osilo (SS). In questa ultima località non è difficile trovare cristalli singoli, o druse, ove i cristalli stessi possono raggiungere la lunghezza di qualche centimetro, presentarsi perfetti di abito e con un bel colore viola chiaro molto delicato(il caso del nostro campione al Museo del Liceo Scientifico A. Avogadro</p> <p>Quarzo rosa Il colore è dovuto forse a tracce di manganese o di titanio. Si trova massivo in molte pegmatiti, ma sono molto rari i cristalli ben formati. Scaldato si scolora e irraggiato con raggi X diventa nero. I principali luoghi dove si rinviene sono Paia (California, USA) Newry (Maine, USA) e lo stato di Minas Gerais (Brasile). Come già detto, il quarzo può contenere inclusioni di altri minerali che lo rendono talora bello e appariscente. Tra queste varietà ricordiamo le seguenti.</p> <p>Occhio di tigre Contiene fibre di crocidolite alterata in giallo. Viene dal Sudafrica. Meno comune la varietà che contiene fibre di crocidolite azzurra, non alterata, che viene chiamata <i>occhio di falco</i>.</p> <p>Quarzo rutilato o capelvenere Contiene cristalli aciculari gialli e rossi di rutilo. Proviene dal Madagascar, dal Minas Gerais (Brasile) e dalla Svizzera.</p> <p>Quarzo avventurinato Contiene lamelline di mica o goethite che gli conferiscono un colore verde o giallo bruno luccicante (avventurinamento). I migliori esemplari provengono dall'india, dal Brasile, dalla Cina, dal Madagascar e dalla Siberia (URSS).</p> <p>Occhio di gatto Contiene fibre di asbesto e viene dallo Sri Lanka; è di un colore verde-bruno con riflessi gialli.</p> <p>Per le altre forme polimorfe del quarzo, ricordiamo che la coesite e la stishovite sono state descritte in piccolissima quantità nel Meteor Crater (Arizona, USA); la cristobalite è nota a San Cristobal (Messico), in Renania (Germania), in Giappone e nel Parco di Yellowstone (USA).</p>
Usi:	<p>E' un minerale importantissimo industrialmente per le sue proprietà piezoelettriche (manometri speciali, generatori di impulsi, risonatori e stabilizzatori d'onda), di polarizzazione rotatoria (polarimetri) e di permeabilità ai raggi ultravioletti (lampade curative, prismi e lenti per spettrografia, ecc.).</p> <p>In grande quantità è utilizzato nell'industria dei vetri e degli smalti, degli abrasivi, dei refrattari, della meccanica di precisione (supporti in agata). E' anche la materia prima per la preparazione del carburo di silicio, abrasivo di prima qualità. Le varietà di gradevole aspetto sono gemme di pregio o pietre ornamentali.</p>
Quarzo per la prima volta nel Medioevo	<p>La parola quarzo compare per la prima volta nel Medioevo e sembra essere derivata da "querkluftez", termine usato dai minatori in Sassonia per indicare vene ricche per l'appunto di questo minerale, che attraversavano i filoni metalliferi.</p>

	<p>Dalla contrazione della parola originaria hanno origine "querertz", "Il quartz" e "quartzum", questi ultimi termini presenti nel "De re metallica" di Agricola (1530), che descrive accuratamente l'aspetto del minerale nelle varietà compatte e microcristalline associate ai filoni metalliferi. A quei tempi nessuna relazione si sospettava dovesse esistere con le varietà ben cristallizzate e incolori di questa specie, che da oltre venti secoli erano designati col termine di "cristallo".</p>
Già noto ai greci il "cristallo"	<p>Sulle origini e la natura del "cristallo", si discute in Grecia sin dal terzo secolo avanti Cristo.</p> <p>Plinio il Vecchio, nel XXXVII libro della sua "Naturalis Historia", una specie di enciclopedia delle conoscenze scientifiche dei tempi, riporta le allora tramandate convinzioni secondo cui il "cristallo" non sarebbe altro che una forma indurita di ghiaccio, che ha subito una trasformazione irreversibile per l'intensa azione del freddo. Una prova di ciò - afferma Plinio - è il fatto che il "cristallo" si trova solamente in luoghi dove d'inverno l'azione del freddo è assai intensa, come sulle Alpi.</p> <p>Sulla base di questa leggenda appare pertanto chiara l'origine della parola "cristallo", che in greco significa "germoglio di ghiaccio". Lo stesso tipo di convinzione si sarebbe sviluppata indipendentemente dai Greci anche in altre popolazioni, primitive, in Cina, in Giappone e in alcune tribù indiane.</p> <p>Che il cristallo fosse ghiaccio è un'opinione comune, che si protrae fin quasi alla fine del XVII secolo, anche se posta in dubbio molto prima dalla filosofia scolastica per opera di Alberto Magno e rifiutata da Stenone (1669) e Robert Boyle (1672).</p> <p>E' proprio in questo periodo che il termine cristallo subisce un'estensione del proprio significato. Gli interessi rivolti alla conoscenza delle proprietà, della struttura e della crescita dei cristalli, sviluppati da Stenone e Hooke, e gli studi delle proprietà ottiche di Huygens portarono a usare questo termine per tutti i corpi con forma esterna poliedrica, mentre "Cristallus montanus", "Bergkrystall" (cioè "cristallo di rocca") e "Quartzum crystallizatum" sono denominazioni sempre più frequenti per indicare il quarzo ialino ben cristallizzato e incolore.</p>
Il primo "tesoro" del novello collezionista	<p>Data la sua diffusione e la facilità con cui si presenta in esemplari ben cristallizzati e attraenti per la loro perfezione e bellezza, che non possono lasciare indifferente l'occhio del profano, anche di quello più distratto e meno interessato, il quarzo rappresenta uno dei primi "tesori" che il novello raccoglitore collezionista cerca di acquisire. L'enorme varietà di forme, colori, geminazioni, associazioni e particolarità potrebbe indurre a costruire una collezione interamente basata su questa specie, senza il timore di essere ripetitivi</p>
L'abito dei cristalli di quarzo	<p>L'abito dei cristalli, che osservati nei dettagli possono a volte apparire assai complessi, è essenzialmente determinato dallo sviluppo relativo di tre forme semplici, cioè il prisma e i romboedri diretto e inverso. Queste ultime due forme combinate, se di sviluppo pressoché uguale, danno luogo a quelle che sembrano delle piramidi esagonali e che costituiscono la parte terminale dei cristalli.</p> <p>Generalmente, però, lo sviluppo maggiore delle facce di uno dei due romboedri e la presenza di numerose altre facce più o meno estese, quali quelle del trapezoedro e di bipiramidi trigonali, consentono di apprezzare la vera simmetria trigonale di queste specie per la presenza evidente dell'asse ternario.</p> <p>Secondo lo sviluppo più o meno accentuato di una delle tre forme più comuni, abbiamo cristalli con abito variabile da nettamente prismatico fino a quelli in cui si osserva una notevole riduzione o la completa assenza delle facce del prisma, di abito "bipiramidale".</p>
L'enantiomorfismo dei cristalli	<p>La comparsa di facce di trapezoedro, o di alcune altre piccole particolarità, può mettere in luce un'altra delle caratteristiche dei cristalli di questa specie, legata al tipo di simmetria ed alla disposizione degli atomi nel cristallo di quarzo, cioè il fenomeno dell'enantiomorfismo,</p>

	<p>dovuto al fatto che esistono degli oggetti, privi di un certo tipo di simmetria, che non sono affatto sovrapponibili alla loro immagine speculare. Osserviamo ad esempio con attenzione le nostre mani. La relazione che esiste tra la mano destra e la sinistra è tale, che una può essere considerata l'immagine riflessa in uno specchio dell'altra. Comunque noi tentiamo di sovrapporre due oggetti "identici" come le nostre mani, non vi riusciamo e si dice pertanto che i due oggetti sono enantiomorfi. Analogamente esistono in natura cristalli di quarzo "destri" o "sinistri" come le nostre mani, ossia enantiomorfi.</p> <p>Questo fenomeno è strettamente collegato alla struttura intima dei cristalli di quarzo, che consiste in un'impalcatura di tetraedri di atomi di ossigeno, al cui centro è situato un atomo di silicio, collegati tra loro in modo da formare una spirale, o meglio una scala a chiocciola, che non è affatto sovrapponibile con la propria immagine speculare.</p> <p>Una conseguenza immediata di questo tipo di struttura, caratteristica di sostanze che appartengono a classi di simmetria prive di un centro di simmetria, è l'attività ottica presentata da una lamina di quarzo, opportunamente ricavata dal cristallo tagliandola normalmente all'asse ternario, che consiste nella capacità di ruotare il piano della luce polarizzata.</p>
<p>Il "Tessiner habitus"</p>	<p>Cristalli dall'abito assai complesso, determinato dalla presenza di numerose piccole facce di romboedri più o meno acuti, alternate da facce del prisma, trapezoidi e bipiramidi che degradano lentamente verso l'estremità che appare quasi incurvata, rappresentano il cosiddetto "Tessiner habitus", ossia abito ticinese, particolarmente frequente in molte zone del Canton Ticino</p>
<p>I "Gwindeler"</p>	<p>A rendere ancor più vario ed interessante l'aspetto dei cristalli di quarzo contribuiscono alcuni particolari fenomeni di crescita che danno origine a tipici cristalli "a scettro", assai rari e ricercati dai collezionisti, o a "tramoggia", quest'ultimi con le parti centrali delle facce, generalmente del romboedro, incavate per il fatto che gli spigoli del cristallo si sono accresciuti più rapidamente del centro delle facce. Pure caratteristici sono i cristalli distorti o gli accrescimenti di cristalli distinti paralleli lungo un asse e lievemente ruotati l'uno rispetto all'altro.</p> <p>Questi "strani" accrescimenti, abbastanza rari, si rinvennero soprattutto nelle fessure alpine della Svizzera e sono conosciuti come "Gwindeler" o "Gwendeln", secondo una terminologia usata dagli strahlers, ossia i raccoglitori professionisti locali di cristalli.</p>
<p>I cristalli geminati: una regola nel quarzo</p>	<p>I geminati rappresentano una regola piuttosto che un'eccezione nel quarzo, al punto che non sono molto frequenti i cristalli veramente singoli e quasi ogni cristallo, anche se ciò non appare in modo evidente, è costituito dalla compenetrazione di due o più individui secondo leggi geometriche ben precise.</p> <p>Assai frequente è la geminazione secondo la "legge del Delfinato", così chiamata perché osservata per la prima volta nei cristalli provenienti da questa regione della Francia.</p> <p>Questo tipo di geminato è costituito dalla compenetrazione di due individui, entrambi destri o sinistri, ruotati l'uno rispetto all'altro di 60° attorno all'asse ternario, coincidente con la direzione di allungamento. La compenetrazione è spesso così perfetta da simulare un solo individuo a simmetria superiore, ossia esagonale.</p> <p>Talvolta si ha, invece, l'associazione compenetrata di un cristallo destro con uno sinistro disposti simmetricamente secondo la "legge del Brasile", perché frequente nei cristalli brasiliani, soprattutto della varietà ametista, ma assai comune anche altrove.</p> <p>Non mancano leggi di geminazione più complicate, o combinazioni di vari tipi di geminazione nello stesso cristallo. Assai nota ai collezionisti, perché molto evidente per la caratteristica forma a "V" derivante dall'unione per contatto di due individui cristallini disposti pressoché ad angolo retto (84°33'), è quella secondo la "legge del Giappone", così chiamata nel 1905 dal Goldschmidt perché molto ben rappresentata nei bei campioni giunti in Europa all'inizio del secolo XX dalla miniera giapponese di Otome, nella prefettura di Yamanashi, con cristalli che raggiungevano eccezionalmente le dimensioni di 45 centimetri. I cristalli che costituiscono questo tipo di geminato risultano solitamente appiattiti.</p>

	<p>Bei "geminati del Giappone" sono noti in numerose località, ma assai caratteristici sono quelli che provengono dalle miniere d'oro di Brusson presso Champoluc, in Val d'Aosta, in quanto i due individui che costituiscono il geminato presentano uno sviluppo notevolmente diverso di dimensione, particolarità non frequente altrove</p>
<p>La piezoelettricità del quarzo</p>	<p>Pure collegata all'intima struttura Cristallina del quarzo è una proprietà, presente anche in altri minerali come la tormalina e il cinabro, che ha fatto di questo minerale una sostanza di largo impiego in campo elettronico: la piezoelettricità.</p> <p>Una lamina di quarzo opportunamente tagliata (normalmente a uno degli assi binari polari di simmetria) e sottoposta a pressione fra due placche metalliche o a trazione, manifesta sulle due facce opposte, perpendicolari all'asse binario, cariche elettriche di segno contrario. Viceversa, se si sottopone la lamina all'azione di un campo elettrico, essa si contrae o si dilata a seconda del verso del campo elettrico; perciò mediante un campo elettrico alternato si può eccitare una vibrazione della lamina, che può raggiungere frequenze molto elevate, che variano in relazione alle sue dimensioni e forma.</p> <p>Molte sono le applicazioni di questo fenomeno, oltre che nei comuni accendini e accendigas piezoelettrici, soprattutto per il controllo delle frequenze di oscillazione di circuiti elettronici.</p> <p>Durante il periodo tra il 1939 e il 1945, essendo in corso la seconda guerra mondiale, notevole era il fabbisogno di grossi cristalli di quarzo per la costruzione di oscillatori, da usarsi in dispositivo bellici o per le radiocomunicazioni. Si calcola che oltre diecimila tonnellate di cristalli di quarzo, che per tale scopo dovevano essere privi di geminazione, fratture e inclusioni, furono esportate dal Brasile principalmente negli Stati Uniti.</p>
<p>L'ametista, una varietà biblica</p>	<p>I cristalli di quarzo sono generalmente incolori e trasparenti, con lucentezza vitrea, ma numerose sono le varietà che hanno origine dalla presenza di una colorazione o di tipiche inclusioni, che conferiscono al minerale particolari caratteristiche. Esistono inoltre varietà microcristalline compatte e variamente colorate (calcedonio, diaspro, corniola, ecc.), largamente usate come pietra ornamentale.</p> <p>Tra le varietà più note è senz'altro l'ametista, che si presenta in cristalli con varie tonalità, variabili dal viola molto intenso a pallido, e con una colorazione raramente distribuita in modo uniforme nel cristallo.</p> <p>La sua notorietà risale a tempi assai remoti.</p> <p>Teofrasto, allievo di Aristotele, nel suo lavoro sulle pietre scritto nel IV secolo avanti Cristo, la riporta accanto ad alcune varietà di calcedonio e al cristallo di rocca. L'ametista è una delle dodici pietre, citate nella Bibbia e usate per ornare il pettorale del giudizio del Sommo Sacerdote che amministra il culto di Dio (Esodo 28, 19), sulle quali erano incisi i nomi delle dodici tribù d'Israele. Veniva pure usata nell'antichità per la fabbricazione di sigilli intagliati, anche se meno comunemente impiegata per questo scopo di alcune varietà di calcedonio.</p> <p>Le migliori pietre provenivano allora abbastanza raramente dalle Indie, come riportano le testimonianze di Plinio e di numerosi altri autori fino ad Agricola, ed erano considerate di grande pregio.</p> <p>Solo agli inizi dell' 800 la scoperta di enormi quantità commerciabili in Uruguay e in Brasile porta a una notevole diffusione dell'ametista, cui consegue un deprezzamento come pietra preziosa. Il nome, che significa in greco "non ebbro", è legato al presunto potere attribuito dai Greci e dai Romani di eliminare l'ubriachezza.</p>
<p>Il colore dell'ametista</p>	<p>Il colore dell'ametista è stato oggetto di interesse e discussioni per molti anni. Nel 1725 J. F. Henckel lo aveva attribuito alla presenza nel cristallo di oro allo stato colloidale, facendo riferimento a una tecnica, assai usata allora per colorare in violetto il vetro, che si serviva della "porpora di Cassio", una miscela di cloruro aurico e stannoso. Pure il titanio e il manganese, perché alcuni sali di questi metalli presentano una colorazione simile a quella dell'ametista, furono ritenuti responsabili della colorazione.</p>

	<p>Un'analisi del 1800 di H. Rose aveva rivelato nell'ametista brasiliana lo 0,25% di ossido di manganese e lo 0,5% di ossido di ferro, e aveva attribuito il colore della varietà quarzifera alla presenza del manganese.</p> <p>Questa teoria ottenne un notevole successo quando si osservò in seguito che vetri contenenti tracce di manganese assumevano una colorazione violetta, dopo essere stati sottoposti all'azione di radiazioni.</p> <p>Infine, alcuni collegano la colorazione dell'ametista alla presenza di ferro, avendo osservato che l'intensità del colore è proporzionale al contenuto in ossido ferrico e che lo spettro di assorbimento della varietà è assai simile a quello di alcuni composti ferrici, non essendo ben chiaro però quale fosse lo stato in cui il ferro è presente, forse sotto forma di idrossido colloidale.</p> <p>E' certo che molti meccanismi che originano il colore possono essere coinvolti: tra di essi, soprattutto in cristalli dotati di un elevato grado di purezza, quelli legati alla presenza di difetti del reticolo cristallino, prodotti dal contenuto di tracce minime di impurezze.</p> <p>Sottoponendo a riscaldamento intorno ai 450°C l'ametista, si osserva una variazione del colore, che passa a giallo citrino o brucicco in modo irreversibile. Tale trattamento viene soprattutto usato per rivalutare commercialmente alcune ametiste di scarso valore e di aspetto insignificante, che vengono poi vendute come quarzi citrini o maderati, ma che devono considerarsi dei falsi mineralogici.</p>
<p>Dove sta l'ametista</p>	<p>L'abito dei cristalli di ametista è solitamente semplice, con prevalenza delle facce dei due romboedri, come si può osservare soprattutto nei cristalli che si rinvennero solitamente nelle cavità di rocce basiche, principalmente basalti, spesso associati ad agata, zeoliti e calcite.</p> <p>Grosse quantità di ametista provengono soprattutto dall'Uruguay e dallo stato di Rio Grande do Sul, nella parte meridionale del Brasile, dov'è presente in grandi cavità amigdaloidi, le cui pareti sono costituite da strati concentrici di agata, completamente riempiti di cristalli di ametista.</p> <p>Notevoli esemplari, provenienti da una enorme cavità di circa dieci metri per due per uno rinvenuta a Serro do Mar, che conteneva cristalli di color viola intenso e di dimensioni medie intorno ai 4 centimetri, sono tuttora conservati in numerosi musei. Ottimi campioni provengono pure dagli stati di Goiás, Bahia e Minas Gerais, in Brasile. Decisamente più modesti, ma di genesi assai simile, sono gli esemplari provenienti da alcune località indiane, da Idar Oberstein in Germania, e dalle lave ladino-carniche della Valle di Fassa (Ciampaz), dell'Alpe di Siusi e di Tiso. L'ametista è pure abbondante nella regione della Thunder Bay, Ontario (Canada), dove si presenta in filoni di solfuri generalmente associata a barite, fluorite e calcite. Meno frequenti, e per tale motivo assai più ricercati dai collezionisti, sono i cristalli con abito prismatico ben sviluppato. Molto belle e assai più costose di quelle di provenienza brasiliana o uruguayana, anche se di colore meno intenso, sono le ametiste che provengono da Las Vigas nello stato di Vera Cruz, in Messico. Qualche buon esemplare con abito prismatico proviene pure da alcuni filoni metalliferi situati in Romania. Molto rari sono i campioni di provenienza alpina, di colore generalmente pallido, ma di dimensioni anche notevoli. Le località più note al riguardo sono la Valle Aurina, la Val di Vizze e la Zillertal. Molto ricercati sono i cristalli a scettro di queste località, che presentano colorata intensamente in viola soltanto la parte terminale del cristallo.</p> <p>Un eccezionale ritrovamento di quarzi ametistini venne effettuato nel 1959 nelle miniere di Traversella, presso Ivrea, da cui provennero esemplari con cristalli fino a trenta centimetri, accompagnati da bei cristalli di mesitina.</p> <p>Purtroppo, la maggior parte dei cristalli, situati all'interno di una enorme geode, andò distrutta perché le mine scoppiarono proprio all'interno della cavità, ma anche perché i minatori, inconsapevoli dell'importanza scientifica del ritrovamento, distrussero a colpi di piccone molti cristalli che ostacolavano le operazioni di avanzamento nella miniera. Oggi questi cristalli, alcuni dei quali presentano inclusioni liquide, sono praticamente introvabili e costituiscono il</p>

	<p>vanto dei pochi fortunati collezionisti che hanno avuto la possibilità di possederli. Molto ricercati, anche se opachi, sono pure i quarzi ametistini, talora con la caratteristica forma a scettro, che provengono dalle cave di porfido quarzifero di Cuasso al Monte, in provincia di Varese. In Val d'Aosta sopra Somarese. Comune in cristalli prismatici trasparenti, di dimensioni massime intorno ai due centimetri, in associazione parallela, a scettro oppure con cristalli a tramoggia, l'ametista è presente con ankerite(campione n° 121) a Osilo, in provincia di Sassari.</p>
<p>I quarzi "fumé"</p>	<p>Molto ricercati dai collezionisti sono i quarzi affumicati, o "fumé", di colore bruno fino a quasi nero (quarzo morione), che degrada attraverso varie tonalità fino a essere incolore. Un'attenta osservazione e il confronto con cristalli certamente incolori, come quelli che si possono rinvenire nel marmo di Carrara, mostrano che anche quei cristalli, che ad una prima osservazione possono sembrare incolori, in realtà spesso possiedono una lievissima colorazione "fumé". Pur nelle tonalità scure, i cristalli sono quasi sempre limpidi, al punto di poter essere tagliati come pietre semipreziose, ossia quelle conosciute come topazio affumicato. Studi sulle origini del colore hanno messo in evidenza che esso è collegato a vari fattori. La presenza di tracce di alluminio, in sostituzione del silicio, sembra essere una condizione necessaria ma non sufficiente per dare origine a questa colorazione, perché non tutti i cristalli con alluminio sono affumicati.</p> <p>Uno dei fattori concomitanti con la presenza di alluminio sembra essere la radioattività delle rocce in cui è avvenuta la formazione. Il collezionista deve prestare molta attenzione agli esemplari in cui la colorazione è stata indotta artificialmente, sottoponendo i cristalli a intense sorgenti di radiazioni. E' questo il caso di enormi quantitativi di quarzo affumicato, provenienti soprattutto dall'Arkansas, posti in commercio da qualche anno e assai attraenti per l'intensa colorazione, che viene ottenuta dopo un'esposizione variabile da 1 a 6 ore ai raggi gamma prodotti da una sorgente radioattiva di cobalto 60, e legata ai difetti indotti nel reticolo cristallino dal trattamento. Dopo rimozione del campione dalla sorgente, non è osservabile alcuna radioattività residua: pertanto, il riconoscimento di tali campioni non è facile per i meno esperti. Devono far insospettare soprattutto la colorazione troppo intensa e una accresciuta fragilità dei cristalli, che facilmente si frantumano sugli spigoli anche per semplice pressione con un'unghia.</p>
<p>Svizzeri i "fumé" migliori</p>	<p>I migliori ritrovamento di quarzo affumicato sono senz'altro quelli delle fessure alpine della Svizzera, ormai da diversi secoli soggette a sfruttamento, che hanno fornito, un tempo anche abbondantemente, stupendi esemplari con cristalli di dimensioni notevoli.</p> <p>Una Cavità scoperta intorno al 1719 al Zinggenstock, presso il Passo di Grimsel, fornì oltre cinquanta tonnellate di cristalli, uno dei quali del peso di oltre duecentocinquanta chilogrammi. Un altro famoso ritrovamento, nel 1868 presso il ghiacciaio Tiefen nel Canton Uri, consisteva in qualche decina di tonnellate di quarzo affumicato assai trasparente, da cui si ottennero molti campioni di importanza museologica, compreso un cristallo del peso di sessantasette chilogrammi circa, conservato tuttora a Berna.</p> <p>Dato l'intenso sfruttamento di queste zone, non è facile oggi ottenere campioni notevoli come quelli di un tempo. Non meno belli, anche se meno famosi, sono quelli che provengono da alcune località austriache (Stubachtal, Kalser Tal) e ossolane (Cervandone, Ghiacciai della Rossa, Fillar sopra Macugnaga).</p> <p>Notevoli sono pure gli esemplari di molte località brasiliane, del Madagascar e della Russia. Qualche bell'esemplare è stato pure rinvenuto nelle cave di Beura in Val d'Ossola, di Baveno e di San Piero in Campo all'Isola d'Elba. Molto belli per il contrasto con i cristalli di amazonite, cui sono associati, sono i campioni provenienti dal Pikes Peak nel Colorado. Enormi cristalli di quarzo morione sono poi abbastanza diffusi in alcune pegmatiti, associati a fosfati e minerali radioattivi, come quelle del New England (Stati Uniti) e di Mangualde, in Portogallo.</p>

<p>Il quarzo rosa</p>	<p>Non molto frequente in cristalli ben formati è il quarzo rosa, con tonalità variabili da pallide fino a rosa molto intenso. Solitamente questa varietà si presenta in masse compatte, di dimensioni anche notevoli, che costituiscono la parte centrale dei nuclei di quarzo di alcune pegmatiti, mentre cristalli di oltre un centimetro sono già da considerarsi decisamente rari. Gli esemplari ben cristallizzati vengono venduti a caro prezzo, decisamente molto più elevato di quello delle varietà compatte, solitamente vendute a peso ed utilizzate come pietra dura per ricavarne oggetti ornamentali.</p> <p>Tra le località che forniscono esemplari ben cristallizzati possiamo ricordare Newry, Oxford County, nel Maine (USA), dove i cristalli sono aggregati in druse o croste, mentre eccezionalmente costituiscono degli accrescimenti paralleli sopra cristalli di quarzo lievemente affumicati. Assai più famosi sono gli esemplari che provengono da Lavra de Ilha nel Minas Gerais, in Brasile, cui spesso sono associate bellissime cristallizzazioni di fosfati abbastanza rari, come l'eosforite, la roscherite e la wardite. Qualche bell'esemplare di quarzo roseo ben cristallizzato, anche se non trasparente e probabilmente pseudomorfo di stilbite, proviene dalle lave della Val Duron, in Valle di Fassa.</p>
<p>Gli altri quarzi: c'è anche un fantasma</p>	<p>A volte il colore del quarzo è determinato dalla presenza di microscopiche inclusioni finemente disperse. Alcune varietà, ad esempio, pigmentate dalla presenza di particelle di ematite rossa in modo abbastanza uniforme, sono note come "giacinto di Compostella" o anche come "eisenkiesel".</p> <p>Località assai note per queste varietà ematoidi sono Santiago di Compostella in Spagna, Cleaton Moor nel Cumberland, Sundwig in Vestfalia. Non mancano neppure quarzi di color verde (prasio), per l'inclusione di microcristalli di clorite o di hedenbergite, come quelli provenienti da Rio Marina all'Isola d'Elba, rinvenuti in esemplari con cristalli anche di cinque centimetri o più.</p> <p>Altre varietà compatte, note come l'occhio di gatto", "occhio di tigre", ecc., presentano tipiche inclusioni asbestiformi allineate in modo parallelo, che determinano particolari rilucenti evidenziabili specialmente dopo lucidatura o taglio della pietra a "cabochon".</p> <p>Alcuni cristalli di quarzo possono contenere particelle finemente disseminate di materiale argilloso, ferruginoso o cloritico che, essendo state fornite in modo intermittente durante la crescita del cristallo, ne hanno delimitato i contorni nelle varie fasi della sua formazione.</p> <p>E' pertanto possibile intravedere in questi cristalli il profilo evanescente di altri cristalli concentrici con il primo, che gli hanno fatto attribuire il nome di "quarzo fantasma". Non mancano nel quarzo inclusioni macroscopiche di vario genere, che a un'attenta osservazione costituiscono una specie di affascinante microcosmo, il quale ha conservato intatte le proprie caratteristiche solo grazie al fatto di essere stato "congelato" nel cristallo.</p> <p>Senza ombra di dubbio, le più note e apprezzate da tempo sono le inclusioni di rutilo, che si presenta in lunghi e sottili aghi, di colore da bruno fino a giallo oro, spesso lievemente curvati come un capello (appunto i cosiddetti "capelli di Venere").</p> <p>Questo tipo di inclusione è solitamente presente in cristalli incolore e trasparenti che, per l'abbondanza degli aghi di rutilo, possono anche divenire opachi, o nel quarzo affumicato. Meno frequenti sono nell'ametista, che può presentare invece inclusi piccoli cristalli aciculari di goethite, facilmente confondibili con il rutilo.</p> <p>I migliori esemplari di quarzo rutilato provengono da alcune località del Minas Gerais, in Brasile, e dal Madagascar, ma non mancano bellissimi esemplari di provenienza alpina. Eccezionali campioni di quarzo rutilato, da incolore ad affumicato, furono rinvenuti in passato anche nei dintorni di Hanover, nel New Hampshire. Molto belle sono pure le inclusioni di aghi di tormalina di vario colore o di anfiboli (actinolite, bissolite, ecc.). Assai rare e ricercate dai collezionisti sono le inclusioni di anidrite, tipiche di alcuni esemplari alpini, soprattutto della zona del Gottardo, che si presentano in bei cristalli di color lilla che hanno conservato la loro originaria freschezza, grazie appunto alla protezione del quarzo.</p> <p>Molti dei cristalli di anidrite non completamente inclusi sono stati facilmente ridisciolti</p>

dall'acqua, lasciando nel cristallo di quarzo alcune caratteristiche cavità tubolari. Frequenti sono pure le inclusioni liquide o gassose, o addirittura di diverse fasi coesistenti. Abbastanza sorprendenti sono quelle di anidride carbonica liquida, che possono fornire agli studiosi alcune indicazioni sulle condizioni piuttosto drastiche di formazione. Sovente è sufficiente un lieve riscaldamento può bastare l'esposizione al sole o il contatto con il palmo della mano - per osservare l'ebollizione dell'anidride carbonica, con notevole aumento della pressione interna, che può mandare in frantumi il cristallo. Sono pure possibili inclusioni di idrocarburi, facilmente identificabili perché presentano spesso fluorescenza, se sottoposti a una lampada a raggi ultravioletti.

Pulizia:

Il quarzo cristallizzato è attaccato in modo più o meno rapido dall'ac. Fluoridrico lentamente dalle soluzioni diluite e più rapidamente se è tiepido.
 L'attacco è più rapido sulle superfici fratturate o fessurate o scabre o sui piani di giunzione dei cristalli geminati.
 A parte l'ac. fluoridrico, tutti gli altri acidi non hanno effetto sul quarzo.
 Molti campioni puliti con soluzioni tiepide di ac. cloridrico o di ac. ossalico si spaccano per un troppo rapido raffreddamento dovuto o all'aria fredda od al risciacquo effettuato con acqua non alla stessa temperatura dell'acido usato.
 Gli sbalzi di temperatura sono da evitare particolarmente con i geminati secondo la legge del Giappone.
 I cristalli con grosse inclusioni di argilla o di acqua non devono assolutamente essere riscaldati o raffreddati.
 La calcite si elimina con l'ac. cloridrico, come anche l'ematite le incrostazioni ferrose vengono eliminate con l'ac. ossalico.

TRATTO E ABITO

Il tratto e l'abito sono aspetti che descrivono il cristallo . Per tratto si intende l'aspetto dimensionale relativo del cristallo; per abito si intende l'aspetto del cristallo determinato dallo sviluppo prevalente di una o più forme . Il tratto può essere tozzo, allungato, aciculare, basso ecc.; l'abito può essere bipiramidato, prismatico, del Delfinato, intermedio, alpino, di Muzo, di Cipò. E' intuitivo che queste classificazioni comprendono abiti che sfumano gli uni negli altri, mentre alcuni non possono coesistere. Va notato inoltre che il tratto diverso dei cristalli non esclude il medesimo abito .



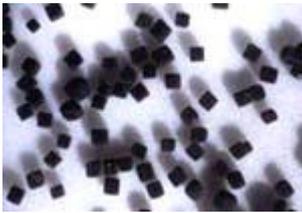
Bellissimo esemplare di abito alpino di tratto allungato . Notevole la differenza con il cristallo tozzo a lato. Lugnez, Grigioni CH. mm 82 .

Abito prismatico di tratto aciculare . Arbaz (AO) mm 54

Abito alpino di inconsueto tratto tozzo . Alpe Devero . mm 27.

Abito intermedio , tratto allungato . Cervandone , Devero mm 42.

ABITO BIPIRAMIDATO. E' l'abito peculiare del quarzo beta esagonale ; si caratterizza per l'uguale sviluppo dei romboedri "r" e "z", e per l'assenza quasi totale di tutte le altre forme . Caratteristico delle vulcaniti acide e dei graniti si rinviene nelle rioliti sarde e delle isole tirreniche e in alcune zone della val di Fassa , si trova anche in quantità non trascurabile quasi esclusivamente nelle idrotermaliti appenniniche in grandi lembi erratici nella zona Tosco-emiliana .



Cristalli autigeni di aspetto pseudo cubico . Sono neri per sostanze carboniose , Pieve di Montarsolo , Val Trebbia. mm 1 ca.



Cristalli autigeni di Suttrop (D). Simulano l'aspetto esagonale frequente fra i cristalli di tale paragenesi. mm 22.

A volte in ambiente evaporitico diagenizzato di bassa temperatura, dove si formano cristalli di abito prismatico "autigeni", immersi nella massa evaporitica, è segnalato il ritrovamento di cristalli sicuramente trigonali che simulano l'abito bipiramidato . In questo tipo di giacitura sono stati trovati anche cristalli submillimetrici pseudocubici per lo sviluppo di un solo romboedro .

ABITO PRISMATICO . E' il classico abito del quarzo formato dall'esagono e dai romboedri , sviluppato lungo l'asse "C"; a volte simula la simmetria esagonale per l'uguale estensione dei romboedri perciò denominato "**pseudoesagonale**", ma normalmente è chiaramente trigonale .Appartiene al quarzo lamellare ed è di dimensioni sempre modeste .

I rapporti dimensionali relativi sono molto vari da 1:2 nei cristalli tozzi ; si arriva al rapporto di 1:15 e oltre nei cristalli aciculari fino ad arrivare in casi estremi ad 1:100, in individui più sottili di un capello.

ABITO DEL DELFINATO . E' di vecchia denominazione , si riferisce a cristalli di abito prismatico terminati a becco di flauto per lo sviluppo massimo di una faccia di romboedro causata



Abito bipiramidato del quarzo beta ,è tipico delle idrotermaliti del bolognese , solitamente non reca traccia di prisma esagono . Montecatone Ragazza . mm 21.



Cristallo di Selvino (BG) che simula la simmetria esagonale . La paragenesi è sicuramente di bassa temperatura ,quindi appartiene sicuramente alla fase alfa . mm. 12.

dalla crescita preferenziale del cristallo , dovuta al flusso unidirezionale della soluzione nutriente .

Frequentissimo nei cristalli prismatici lamellari di bassa temperatura , si ritrova qualche volta anche in altre giaciture del quarzo a mosaico .Tale denominazione si estende a cristalli che mostrano lo sviluppo molto esteso di due facce contigue di romboedro .

ABITO INTERMEDIO . E' caratterizzato dalla presenza di smussature sugli spigoli delle facce create dal prisma esagonale con i romboedri diretto ed inverso ,tali smussature sono causate dalla comparsa di vari romboedri acuti che danno al cristallo una terminazione meno squadrata e maggiormente appuntita .

E' l'abito più ricco di forme , sempre geminato del Delfinato , con struttura a mosaico .Si può considerare il termine di passaggio fra il tipo prismatico e l' abito alpino ; infatti si ritrova nelle zone adiacenti ai ritrovamenti di abito alpino

ABITO ALPINO . Chiamato anche abito romboedrico od anche abito Ticinese dal nome dalla zona di maggior diffusione , è il quarzo caratteristico delle zone calcaree del "cristallino" alpino per eccellenza (si dovrebbe dire alpino-himalaiano . Ho in collezione alcuni cristalli di questo abito provenienti dalla catena asiatica).

Sviluppato lungo l'asse "C" , è caratterizzato da un abito appuntito con ridottissimi romboedri . In Italia si rinviene prevalentemente nell'alta Val d'Ossola al confine con il Ticino, ma non mancano ritrovamenti fatti altrove (Val Chisone , Pian del Re, Val di Vize) dove le condizioni di temperatura e pressione , con presenza di anidride carbonica ne hanno favorito la formazione.

L'aspetto trigonale appuntito puro è raro ed è caratterizzato dal grande sviluppo di romboedri acuti diretti sotto il romboedro fondamentale diretto "r" , che risulta così molto ridotto .Molto più esteso sembra così il romboedro "z" e il cristallo acquista l' aspetto trigonale caratteristico .

Normalmente però i cristalli sono polisintetici e geminati del Delfinato , assumono in questo modo aspetto appuntito con romboedri "r" e "z" ridottissimi e la sezione trasversale all'asse "C" risulta irregolare e tondeggiante .

ABITO DI MUZO . E' classificazione recente e abbastanza rara anche se diffusa in alcune località . Il nome deriva dalla prima segnalazione fatta nella zona della famosa località di estrazione degli smeraldi .

Tale abito è caratterizzato dalla formazione sempre molto rigata di facce di romboedro indiretto allungatissimo (se poco



Esemplare di abito prismatico , è il classico abito del quarzo ,frequente nelle giaciture di media temperatura . mm 42 .Dosso dei Cristalli (SO) .



Val Bedretto aghi di quarzo rapporto 1:35 circa



Un chiaro esempio di abito del Delfinato . Il caratteristico aspetto a becco di flauto non è sempre così evidente ,a volte è appena accennato Arbaz (AO) mm 37.

sviluppato si limita a smussare gli spigoli nell'abito intermedio) che danno al cristallo un aspetto appuntito e trigonale



Cristallo di abito alpino proveniente dalla Stretta di Cugine Baceno Val Formazza . mm 57.



Inconsueto cristallo affumicato di abito alpino. Lo sviluppo acuminato è qui del massimo grado .Zona dell'alpe Devero non specificata . mm 65 .



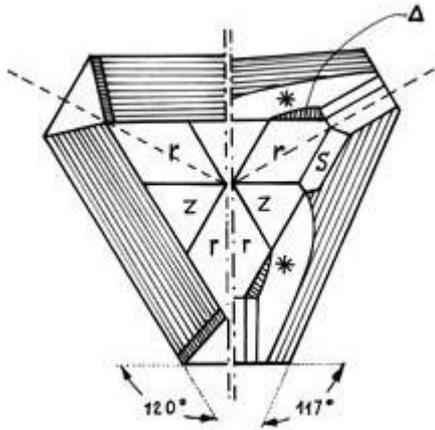
Cristallo di abito intermedio , la terminazione tende ad assotigliarsi verso la cuspidè, i cristalli più appuntiti denunciano la loro crescita ad una pressione superiore e con maggiore presenza di anidride carbonica . Cervandone Devero .mm 62

Questo abito si sviluppa su quarzo lamellare e a differenza dell'abito alpino (a cui superficialmente assomiglia) il romboedro principale più sviluppato è "r". Quando è biterminato, è finito in modo diverso alle due estremità .In questi cristalli la geminazione del Delfinato è sporadica ma spesso sono geminati del Brasile . A volte il cristallo presenta l'abito a becco di flauto del Delfinato . In una località brasiliana (Conselhiero Mata) , è stato osservato uno stranissimo fenomeno di crescita secondaria , che ha trasformato cristalli con abito di **Muzo** in cristalli con facce anomale e decisamente curve. All'interno si intravede ancora il fantasma del cristallo prima della ricrescita cristallina secondaria . (vedi capitolo **Osservazioni**) .

ABITO DI CIPO' . E' un abito con una sola segnalazione e ritrovamento a Serra do Cipò , Minas Gerais , Brasile, da cui ha preso il nome .In questa località si è verificato uno sviluppo straordinario di un trapezoedro inverso che ha fatto scomparire quasi completamente le altre facce della zona e ha modificato l'aspetto del cristallo in modo del tutto anomalo . Ho però rilevato che questa faccetta ,spesso molto piccola e insignificante, è presente in molte località di cui alcune anche alpine . Tale faccia di trapezoedro inverso è diffusa e molto sviluppata , soprattutto nelle pegmatiti del Brasile da dove provengono cristalli fra i più belli al mondo .(vedi capitolo **Osservazioni**)



Abito di Muzo .Si nota chiaramente che il cristallo ha la cuspidè a sezione triangolare . Tornadri (SO)



Le due metà del disegno mostrano le differenze cristallografiche fra l'abito di **Muzo** (a sinistra) e quello di **Cipò** (a destra). Nella metà di sinistra si notano le rigature prodotte dalla formazione delle facce caratteristiche dell'abito di Muzo provocate da crescita oscillatoria fra l'esagono "m" e il romboedro "z": la faccia così formata mantiene la stessa angolatura dell'esagono (120°). Nella metà di destra si nota che le rigature sono di altro tipo; sono dovute a crescita sproporzionata di trapezoedro trigonale inverso, che corrisponde alle strette faccette rigate riprodotte nella metà di sinistra del disegno. Rispetto all'esagono esse hanno un'altra angolazione (117° circa). Le facce con asterisco sono curve!. Le delta sono rigate.



Abito di Cipò di senso destro
 . La rigatura diagonale è un importante elemento per definire il senso del cristallo.
 Serra do Cipò

Quarzo enantiomorfo

La caratteristica del quarzo di sviluppare cristalli con edificio cristallino elicoidale di senso opposto (speculare fra di loro nei vari individui) viene definito **enantiomorfismo**. La struttura di questo minerale è causata dall'unione tridimensionale dei tetraedri (SiO₂) a formare una lunga serie ininterrotta di catene elicoidali trigonali sviluppate nella direzione dell'asse ottico e legate lateralmente con analoghe catene parallele.

La cella elementare iniziale (Si 306), che poi determinerà le successive deposizioni dei tetraedri, si può formare in pari misura ad andamento destro o sinistro determinando il senso del cristallo. Tale peculiarità è facilmente osservabile solo nei cristalli con facce di trapezoedro di vario tipo le quali, sia per la loro inclinazione che per la loro posizione, ci danno indicazioni inequivocabili sul senso del cristallo.

Se durante la cristallizzazione si verificassero "errori" di crescita e difetti reticolari, questi sarebbero sedi di inizio di spirali dello stesso senso ruotate di 60° (sempre parallele all'asse ottico e coincidenti alla direzione di maggior crescita cristallina), oppure di senso opposto con conseguente geminazione, anch'essa riconosciuta per mezzo delle stesse facce di trapezoedro.



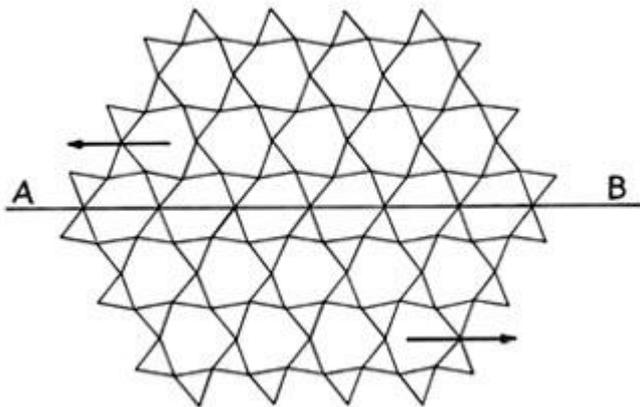
Cristalli con evidenti trapezoedri trigonali che ci indicano il senso del cristallo.
 Arbaz (AO) mm 25



Quarzo affumicato del Monte Bianco con trapezoedri trigonali "X" e "Y"

GEMINAZIONE

Raramente i cristalli si rinvengono isolati ; anche se non sono solidali alla matrice su cui si sono cristallizzati ,quasi sempre si presentano attaccati fra di loro in vari modi a formare aggregati , geminati , associazioni .Per **aggregato** si intende l'unione di più cristalli ,avvenuta in modo caotico e disordinato . Sono aggregati le druse , i ciuffi , i gruppi , ecc..Per **geminato** si intende il rincrescimento di due o più porzioni cristalline aventi posizione spaziale diversa e senso diverso , fuse in un cristallo unico secondo precise regole e leggi geometriche a simulare un solo individuo. Il piano di contatto di queste porzioni coincide o è molto vicino ad un piano reticolare dei due individui cristallini e rappresenta il confine tra i gemelli uniti in modo tale da permettere una continuità di legame atomico .



Schema di geminazione del Delfinato , le due parti geminate sono unite tramite il piano reticolare A-B . Si può rilevare nel punto di contatto una distorsione di legame, però non tale da impedirne la continuità strutturale . E' doveroso rilevare l'orientamento delle due parti della geminazione ; in alto uno degli assi polari è rivolto a sinistra , in basso invece nell'altra porzione del geminato è rivolta a destra (le frecce indicano la direzione di orientamento di due assi "a")

Tale continuità si verificherà necessariamente secondo poche direzioni fisse , dipendenti dalla struttura reticolare del minerale , che potrebbero determinare anche delle piccole distorsioni di legame nel piano di contatto . Sono geminati con l'asse "C" parallelo i cristalli compenetrati del Delfinato e del Brasile .



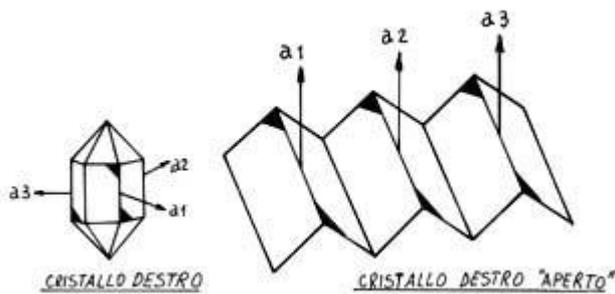
Cristalli aggregati senza un ordine cristallografico Arbaz (AO) mm 80.



Ciuffo di cristalli aggregati fra di loro senza regole cristallografiche .Brosso (AO) mm 75.



Sezione di cristallo levigato e corrosivo. Visto a luce riflessa è messa in evidenza la mancanza di geminazione. Dosso dei cristalli Val Malenco (SO) mm 16.



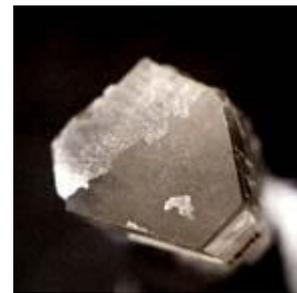
Il disegno mostra ,in esploso , la relazione delle facce di trapezoedro trigonale (in nero) presenti sulle facce degli esagoni di un cristallo **non geminato** . Tali facce ,come tutte le altre , sono sempre (e solo) in relazione con l'asse "a" e al suo terzo di cristallo dal cui spigolo esso emerge ; tale spigolo rappresenta la sede della polarità positiva . La polarità negativa è localizzata sugli spigoli senza assi di simmetria .



Sezione trasversale all'asse " C " ,corrosa ed osservata a luce riflessa , mostra la geminazione del Delfinato con isole irregolarmente distribuite . Tornadri (SO). mm 17

GEMINATI AD ASSI PARALLELI

LEGGE DEL DELFINATO . La geminazione è comunissima , è perciò denominata anche "legge comune", consta della unione di porzioni cristalline parallele a contorno spesso sinuoso e irregolare .Sono accostate in posizione parallela ruotate fra loro di 180° lungo l'asse "C" (asse ottico o asse di maggior crescita), a simulare per compenetrazione un solo individuo cristallino . (Alcuni autori riportano una rotazione di 60° , ma lo stesso risultato si ottiene per ribaltamento di una delle porzioni)E' degno di nota che un monocristallo (non geminato), se sottoposto a stress termico o meccanico prolungato, sviluppa geminazione del Delfinato a causa di deformazioni del reticolo.



Cristallo sezionato e corroso appartenente all'abito alpino . Mostra la geminazione del Delfinato che divide il cristallo a metà . Alpe Devero ; Val Formazza . mm 17 .



Cristallo che mostra le faccette di trapezoedro volte entrambe a destra su due spigoli contigui perciò geminato del Delfinato . Dosso dei Cristalli (SO) mm 34



Cristallo destro che mostra le stesse caratteristiche di quello precedente , e la sua stessa geminazione . Passo dl Forno , Formazza . mm 36



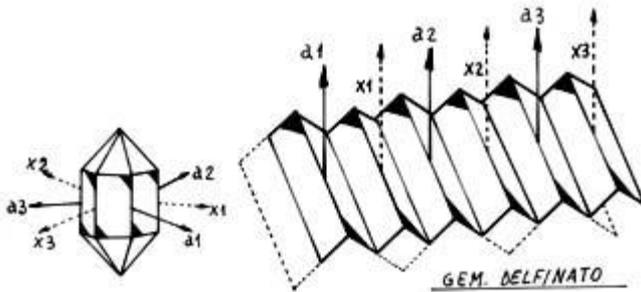
Individuo sinistro anch'esso geminato del Delfinato .Quasi sempre, le faccette di trapezoedro compaiono da una sola parte del cristallo dove è più scarso l'apporto di



Sezione di cristallo corrosa che al polarizzatore mostra inserti sinuosi ed irregolari ,sicuro indizio di geminazione del Delfinato . Gottardo (CH) . mm 24.

soluzione nutritizia.
Val di Susa , mm 37

Questa geminazione è onnipresente nei cristalli di alta temperatura , si presenta molto frammentata , composta da innumerevoli isole cristalline geminate ; a volte esse mostrano nell'insieme un disegno di distribuzione vagamente trigonale . Viceversa nel quarzo di tipo lamellare e di relativa bassa temperatura la geminazione è meno frequente , ma è a porzioni cristalline più grandi a contorni semplici.



Il disegno esemplifica la relazione , in un cristallo teorico completo , delle varie porzioni cristalline in un geminato di senso destro . Per semplicità le porzioni estranee con il loro obbligatorio asse di simmetria "a " (arbitrariamente qui definiti X1 , X2 , X3) sono state inserite complete . E' inevitabile che sullo spigolo da cui emergono gli assi "a" la polarità elettrica sia sempre positiva .

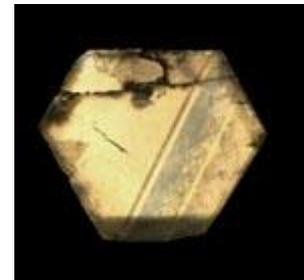
LEGGE DEL BRASILE. Denominata anche "geminazione ottica " perchè rilevabile a luce polarizzata , possiede anch'essa l'asse "C" parallelo nelle diverse porzioni cristalline , ma il senso di rotazione delle medesime è di senso reciprocamente contrario (enantiomorfo) .

La polarità elettrica , osservabile sugli spigoli contigui dell'esagono geminato , è la medesima dei geminati del Delfinato , ma naturalmente il senso delle forme cristalline sugli spigoli è speculare. Normalmente la geminazione avviene in porzioni lamellari parallele ai romboedri principali in giacimenti di temperatura intermedia

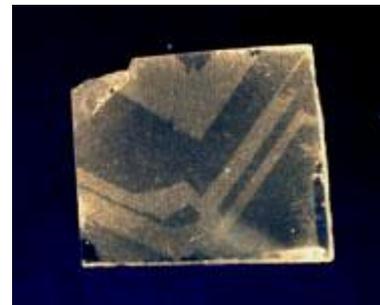
.A volte invece è formata da piccole porzioni negli strati esterni (inserti) formati nelle ultime fasi di crescita in cristalli . Sono noti alcuni rari casi di compenetrazione dei due gemelli , realizzati secondo una superficie di contatto irregolare similmente ai geminati del Delfinato .



Sezione di cristallo geminato del Delfinato . Corroso ed osservato a luce riflessa ci mostra una distribuzione trigonale delle isole cristalline . E' un fenomeno riportato in letteratura , ma è poco frequente . Baveno (VB) mm 21.



Sezione trasversale di cristallo geminato del Brasile ,vista a luce polarizzata . La differenza con i geminati del Delfinato è netta. Tornadri , Val Malenco (SO) mm 18



Sezione verticale di cristallo geminato del Brasile La corrosione controllata mette in evidenza gli inserti cristallini di aspetto lamellare geometrico , hanno i lati paralleli alle facce dei romboedri e degli esagoni . Tornadri (SO) mm 17 .

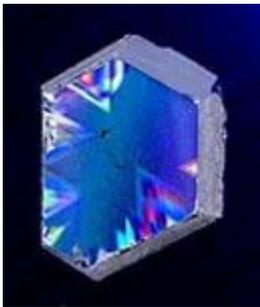
GEMINAZIONE COMBINATA O DI LIEBISCH

Sporadicamente in alcune giaciture si rinvennero cristalli geminati con le due leggi sopradescritte presenti contemporaneamente (Brasile e Delfinato). In tempi passati tale relazione cristallografica era stata definita come fosse una legge di geminazione a se stante e denominata "legge di Liebisch o di Leydolt" (successivamente è stata discreditata).

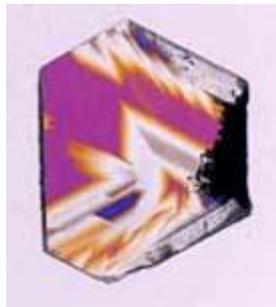
Era data come legge di geminazione molto rara, ma a questa conclusione penso si sia arrivati anche per la scarsa accuratezza nell'osservazione dei cristalli. Il Dana giustamente la definisce "Geminazione congiunta" per indicare una relazione cristallografica tra le geminazioni del Delfinato e del Brasile. Le geminazioni sono presenti nello stesso cristallo, ma le isole cristalline non sono confinanti.

La difficoltà obiettiva del riconoscimento delle due geminazioni (Delfinato e Brasile) cambia in modo netto nelle tre associazioni descritte ed è indispensabile, per non sbagliare, far riferimento alle faccette di trapezoedro trigonale che ci guideranno nella determinazione.

Se queste fossero assenti, occorrerebbero indagini approfondite che richiedono la distruzione del cristallo. Nel caso della legge del Delfinato il riconoscimento è facile perché diffusissima in cristalli che spesso mostrano le faccette di trapezoedro.



Sezione di cristallo in apparenza appartenente ad un tozzo abito alpino indagata al polarizzatore, i numerosi inserti geminati del Brasile ne smentiscono l'appartenenza. Valle del Vento (BZ) mm26.



Sezione di cristallo osservato fra polarizzatori. L'aspetto geometrico ci suggerisce che è presente una geminazione del Brasile, da confermare, dopo corrosione con i punti di luce. Tornadri (SO) mm 17

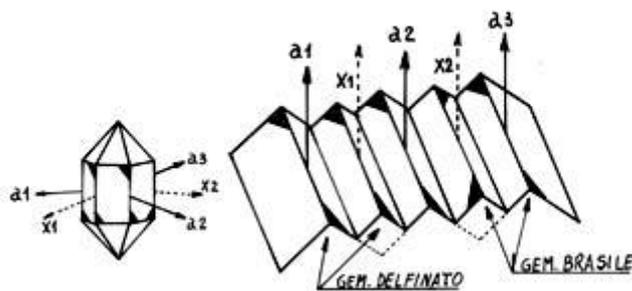


È raro che un geminato della legge combinata o di Liebisch mostri le facce di trapezoedro trigonale ben evidenti su spigoli alterni e di senso contrario come in questo cristallo, Dosso dei Cristalli, Val Malenco (SO). mm 23



Sezione corrosa osservata a luce riflessa, mostra con evidenza inserti geometrici geminati del Brasile ed inserti irregolari geminati del Delfinato. La loro relazione cristallografica è spiegata nei disegni della pagina seguente. Tornadri, Val Malenco (SO). mm 16.

E' più difficile riconoscere la geminazione del Brasile , anche se relativamente diffusa in piccole porzioni del cristallo ; spesso è indispensabile per il certo riconoscimento tagliare delle sezioni trasversali all'asse ottico , sottoporle a corrosione e controllarle otticamente al polarizzatore o con i "punti di luce". La geminazione congiunta solitamente sfugge all'osservazione per la difficile definizione , essendo legata alla combinazione delle due geminazioni precedenti ; inoltre negli ambienti adatti alla geminazione ,non sempre si sviluppano le facce esterne necessarie per la classificazione dei cristalli , anche perchè gli autori nel passato spesso si limitavano alla elencazione delle forme esterne osservate.



Nel disegno esploso sono state inserite due porzioni cristalline di senso opposto (X1 e X2) in un ipotetico geminato . X1 è di senso destro ,come il cristallo ospite ,e la sua relazione con esso è di geminazione del Delfinato . La porzione di X2 è invece di senso sinistro (infatti le faccette di trapezoedro trigonale sono in posizione speculare rispetto alle altre) la relazione X2 con il resto del cristallo è di geminazione del Brasile . Una relazione speciale si crea tra X1 e X2 ;tale relazione viene definita geminazione secondo la legge di Liebisch o legge combinata.

. Abbiamo visto le geminazioni ad asse parallelo, ora daremo uno sguardo alle [geminazioni ad assi incrociati](#) .

Cristalli sproorzionati

Il cristallo di quarzo normalmente si sviluppa lungo l'asse trigonale (asse ottico) a volte in misura così accentuata da risultare aciculare. Anche il cristallo con questo abito può essere considerato con buona ragione sproorzionato, sono invece considerati distorti o sproorzionati gli individui che si sviluppano lungo direzioni diverse dall'asse trigonale.

Quindi, quanto più ci si allontana dalla morfologia del cristallo di quarzo ideale, tanto più l'individuo sarà distorto e sproorzionato. Tale caratteristica è da imputarsi alle innumerevoli cause che ne hanno determinato l'aspetto finale a cui spesso è difficile risalire. Occasionalmente si possono osservare cristalli di quarzo informi derivanti da schegge di sfaldatura che hanno sviluppato facce



Cristallo proveniente dal Gh. del Miage con inclusioni di bissolite .Si nota che è un cristallo composito con relazione di geminazione del Brasile .mm 43.



Cristallo geminato del Brasile .Raramente questa geminazione si presenta con faccette di trapezoedro che ne permettono la classificazione . Dosso dei Cristalli (SO). mm 36 .



Quarzo, cristallo cresciuto "lateralmente". Madonna del Ponte (BO) mm38.

cristalline di riparazione.

Altri individui sono allungati lungo una direzione diagonale all'asse "C" trigonale per lo sviluppo prevalente di uno dei romboedri principali assumendo una sezione rettangolare (vedi figura in alto)

Alcune volte cristalli di quarzo che hanno un aspetto sproporzionato appiattito appartengono ad una categoria non molto frequente: sono i cosiddetti cristalli faden trattati nella [scheda n° 16](#)

Sarà opportuno sottolineare che le facce più estese appartengono alle forme che sono cresciute in misura inferiore alle altre .



frammento cristallino totalmente ricristallizzato , derivato da una scheggia di sfaldatura su "r". Gh. del Miage, mm28

ASSOCIAZIONI CRISTALLINE

Per **associazione cristalline** si intende l'unione regolare di due o più cristalli realizzata con la messa in comune di assi , facce , spigoli reali o possibili . Sono associazioni parallele i polisintetici , i cristalli a **scettro** , le associazioni tabulari con **banda lattea** e le associazioni **elicoidali** .

Sono invece definiti "associazioni divergenti " gli individui plurimi che mostrano un cristallo centrale da cui si dipartono subindividui in relazione cristallografica (con meccanismo non chiarito) con esso; i tipi sono svariati e uniti solo dal fatto che gli individui plurimi hanno gli assi che divergono fra loro (si vedranno più avanti)

LE ASSOCIAZIONI PARALLELE.

Le associazioni parallele sono caratterizzate da più individui cristallini riuniti isoorientati con asse "C" ; fra di loro sono parzialmente o completamente compenetrati ma conservano la loro individualità . Quando il loro aspetto è di cristalli tabulari "a pettine" troncati a metà nella parte centrale , fanno spesso sorgere il sospetto che non siano altro che frammenti di cristalli di tipo faden

Anche le associazioni parallele mostrano a volte delle relazioni cristallografiche paragonabili alle geminazioni per compenetrazione . Si sono osservati cristalli associati secondo le leggi del Delfinato e del Brasile .



Bellissimo ed inconsueto scettro doppio .La parte centrale



Associazione parallela Rif.Torino Val d'Aosta . mm46



Associazione irregolare di tipo Faden, Miage Val D'Aosta . mm 65.



sottile è di colore marrone scuro per inclusioni di materiale organico (catrame). Cene (BG) mm. 11 .

Associazione parallela multipla a scettro, Brasile. mm 38.

SCETTRI E CRISTALLI di seconda generazione. La forma a scettro è data dall'associazione di due o più cristalli, cresciuti uno sull'altro lungo l'asse "C" o paralleli a questo. Il lungo tempo impiegato a formare un cristallo può avere portato in alcuni casi a interruzioni del processo di crescita.



Concrescimento a scettro di Zovon su quarzo beta. mm3



Cristallo a scettro di Brusson (VC) mm34



Cristallo Sardo proveniente da Osilo mm 21.



Scettro limpido proveniente da King Country Washinton U.S.A. mm 38.

Alla successiva ripresa le condizioni possono essere state nettamente diverse e nel frattempo i cristalli in posizione verticale potevano essere stati parzialmente coperti da minerali e da fanghi sedimentati nella cavità. La cristallizzazione successiva, impedita nella parte mediana, riprendeva solo sulle punte sporgenti a dare per aumento dimensionale, quarzi a scettro. Questa ipotesi verosimile è spesso suffragata dalla presenza di inclusioni liquide o solide e dal cambiamento di colore che evidenziano all'interno del cristallo l'interruzione di crescita e un cambiamento di ambiente chimico.



Cristalli spezzati, a volte sono stati inclusi totalmente dalla successiva ricrescita ialina. Cene (BG) mm 3,5.



Cristallo a scettro "inverso". Campiano (GR). mm 36.



Curiosa terminazione a scettro "inverso" Passo del Forno, Val Formazza. mm37



Sezione verticale di scettro multicolore. La parte superiore ha incluso aciculi di goethite gialla. Madagascar mm 34.

La parte terminale dei cristalli a scettro è sovente monocristallina, alcune volte con crescita a tramoggia, altre volte è una associazione parallela a corona che circonda l'individuo principale. Sono conosciuti cristalli a scettro con terminazione divergente. Le ametiste, cresciute velocemente e a bassa temperatura, mostrano spesso l'associazione a scettro; non



Cristallo a scettro con testa costituita da un insieme di cristalli divergenti. Brosso (VC) mm 33.

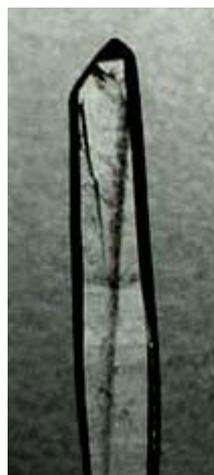
mancono esempi di cristalli bicolori nelle varie combinazioni fra "gambo" e "testa". Cristalli a scettro si rinvengono sporadicamente anche nelle zone sedimentarie diagenizzate ; sono in questo caso omogenei sia come colore che come struttura cristallina .

ASSOCIAZIONI TABULARI FADEN

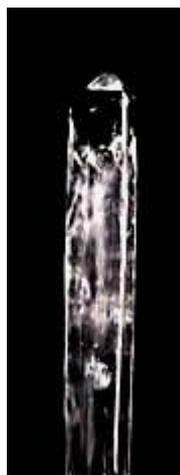
CRISTALLI CON BANDA LATTEA .Alcuni cristalli tabulari derivano da schegge cristalline che sono state rigenerate da soluzioni di fessura . Altri invece , e ben più interessanti , si sono formati in particolari condizioni cristallogenetiche che si ripetono in vari giacimenti e sono caratterizzati dalla presenza di una banda lattea che attraversa il cristallo. Non sempre i cristalli sono in associazione regolare a volte sono concresciuti su bande multiple con cristalli complessi.



Associazione diagonale alla banda bianca .
Allevard (Savoia)
mm 43.



Cristallo singolo. Al polarizzatore, in questa direzione, il filo è subparallelo all'asse "C" .
Allevard (Savoia)



Nell'altra direzione, a 90° dalla prima ,il filo è parallelo all'asse "C"
Pakistan mm 48

I cristalli con questa caratteristica sono anche definiti in vari modi : cristalli con radice ,cristalli "avec l'aime" dai francesi e col termine di "faden" (nastro) dai collezionisti di lingua tedesca .Si tratta principalmente di associazioni parallele tabulari o individui cristallini appiattiti attraversati in varie direzioni da una striscia biancastra.

Il perchè mostrino questa caratteristica è difficilmente spiegabile, dato che i cristalli in questione sono stati ritrovati insieme anche a cristalli "normali";con cristallizzazione sia di tipo lamellare che con struttura a mosaico , ialini o affumicati ed anche geminati del Delfinato .



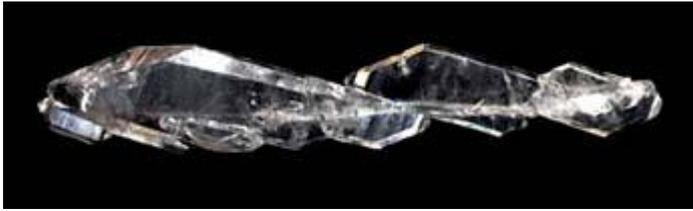
Aggregato complesso e irregolare di cristalli faden. Gh . del Miage mm 35.



Cristallo con "banda bianca" molto evidente .
Ghiacciaio del Miage .
mm 42.



E' mostrata la regolarità di distribuzione delle inclusioni liquide su piani paralleli di un cristallo del Miage, area fotografata.
mm 8.



Cristallo complesso che mostra una sottile striscia bianca . Un cristallo sottile concresciuto subparallelo alla banda,dall'esterno penetra nei cristalli di maggiore dimensione, sulla destra altri cristalli hanno un andamento trasversale alla banda bianca .
Pakistan . mm 86.

Normalmente si rinvencono in giacimenti di medio-alta temperatura dei massicci alpini. Questa banda lattea a volte è molto evidente, altre volte è molto allargata , fratturata e discontinua , non immediatamente rilevabile .

Al microscopio si rivela spesso,(ma non sempre) come una serie numerosa di piccole cavità romboedriche irregolari (a volte le cavità hanno forma di cristalli negativi) spesso ripiene di liquido e gas , riunite qualche volta in raggruppamenti complanari equidistanti a formare un nastro latteo .

Nel cristallo , anzi di frequente nell'associazione cristallina , la banda si colloca a dividere in due parti il cristallo a volte biterminato ed altre volte attaccato alla matrice da una terminazione della banda frequentemente trasversale all'asse "C".

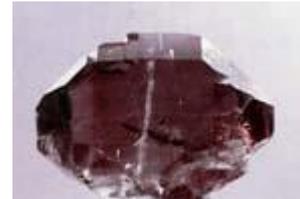
Talora in alcune località i cristalli appiattiti sono riuniti in modo caratteristico a dare associazioni di cristalli cresciuti ordinati in pile parallele all'unica banda nelle tre direzioni possibili . Altre volte cristalli in apparenza singoli al polarizzatore rivelano isoorientamento polisintetico , tipico dei cristalli a mosaico o addirittura cristalli completamente inclusi e generati sulla stessa banda orientati in una delle direzioni possibili residue.



Due immagini dello stesso cristallo con banda faden ; l'immagine a sinistra è fotografata con luce riflessa , mostra un cristallo con normale striscia bianca....



.....lo stesso cristallo fra polarizzatori , si può notare il cristallo concresciuto sulla banda che è stato incluso dal cristallo maggiore , Gh. del Miage mm 31.



Cristallo faden intensamente affumicato proveniente dalla zona del Dente del Gigante Val D'Aosta .mm32



All'ingrandimento la striscia in questo caso si rivela formata da innumerevoli cavità in forma di cristalli negativi , Area fotografata mm 3ca . Gh. del Miage .



Cristallo faden monocristallino e

(Approfondimento in [ASSOCIAZIONI - Cristalli associati "faden"](#))

perfettamente limpido
proveniente dal Ghiacciaio
del Miage (AO) mm 24.

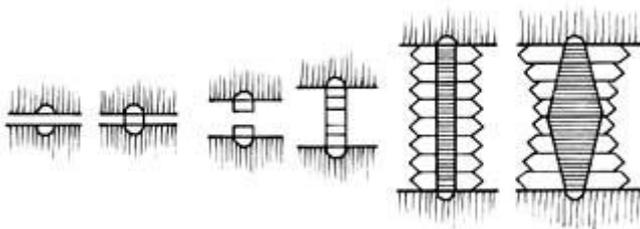
ASSOCIATI FADEN

La strana associazione parallela dei cristalli attraversati da una banda lattescente è stata ignorata per lungo tempo e solo recentemente presa in considerazione . Infatti il Dana nell'edizione del 1962 curata dal Frondel "Silica Minerals " ne fa un solo accenno,definendolo "pseudopiano di simmetria che compare in molti cristalli distorti molto appiattiti"; (è probabile che abbia ignorato pubblicazioni non prettamente cristallografiche).

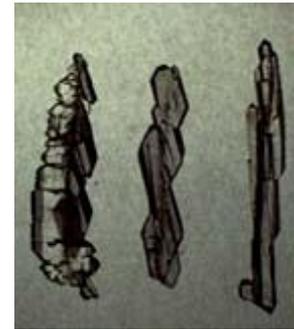
Molto più tardi il Rykart ne descrive i tipi e i ritrovamenti (fatti in Svizzera) a partire dal 1977. Il Rykart per spiegarne la formazione ripropone , condividendola , la teoria di formazione che il russo Laemmelein formulò nel 1937 . Il russo sosteneva che la causa della formazione dei cristalli "con filo " provenienti dai Monti Urali Meridionali da lui studiati , era dovuto ad un ponte bacillare di quarzo monocristallino creatosi precocemente all'apertura lenta e continua di una spaccatura della roccia metamorfica .

Il Laemmelein ipotizzava che il grano di quarzo monocristallino si fosse generato per ricristallizzazione di un grano di quarzo preesistente, che era stato coerentemente orientato durante la ricristallizzazione causata dal processo metamorfico. A suo dire all'apertura della fessura il grano immerso nella massa rocciosa si spezzava in due e veniva risaldato per ulteriore crescita del quarzo .

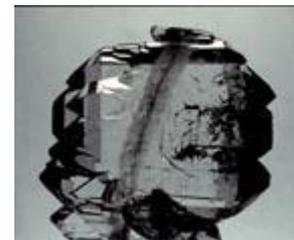
Con fratture periodiche causate dal continuo aprirsi della roccia e continuamente riparate dalla crescita cristallina , si formava un lungo ponte monocristallino bacillare in orientamento ortogonale alla frattura , cioè corrispondente alla direzione di apertura della cavità; al termine del processo di apertura il cristallo complesso cristallizzava normalmente .



A sinistra nei primi cinque disegni è riprodotta schematicamente l'ipotetica formazione secondo le ipotesi del Laemmelein . Se l'accettabile come possibile , le caratteristiche del quarzo ci obbligherebbero a concludere che la figura corretta può essere solo



Cristalli
"faden" complessi visti al
polarizzatore . Allevard
(Francia)
mm 30 - 35



Associazione isorientata
come si nota dal colore
omogeneo del cristallo
visto al polarizzatore .
Ghiacciaio del Miage
(AO) . mm 42.



Cristallo faden
intensamente affumicato
proveniente dalla zona del
Dente del Gigante Val
D'Aosta .mm32

l'ultima a destra , che non è mai stata osservata. Nel disegno l'asse "C" è ipotizzato parallelo all'asse di apertura . Se ammettiamo una crescita trasversale all'asse "C", come è riprodotto nei disegni a sinistra , dobbiamo a maggior ragione ammettere anche una crescita lungo lo stesso asse; perciò alla fine (se l'ipotesi ponte fosse esatta) dovremmo avere un aspetto dei cristalli simile al disegno ultimo a destra , dove la parte tratteggiata riproduce la banda che avrebbe subito ripetute fratturazioni risanate e la parte bianca la crescita cristallina non disturbata dalle fratturazioni .

Coerenza vorrebbe che, anche ammettendo una crescita trasversale all'asse "C"

, ci fosse la conseguente crescita in direzione parallela a quest'ultimo (e di ben maggiore entità!). Si dovrebbero perciò osservare , alla fine del processo , delle bande bianche a cuneo, perchè anche la ricrescita lungo l'asse "C" si sarebbe dovuta spezzare anzi, considerando le due parti della fessura, addirittura formare un rombo ; invece le bande dei cristalli sono sempre di aspetto parallelo nel senso della lunghezza , per questo definite "a nastro , filo , banda , anima , ecc." .

Tutto questo mi sembra poco probabile e in contrasto con le caratteristiche chimico-fisiche del quarzo . Una delle caratteristiche peculiari del quarzo alfa è la sua spiccata maggiore velocità di crescita cristallina lungo l'asse ottico (asse "C") , per questo i cristalli sono spesso sottili e mostrano sempre un forte sviluppo dell'esagono . Questa capacità è mantenuta in tutti gli ambienti di formazione dei cristalli alfa , anche del quarzo sintetico .

Ad esempio , confrontando lo spessore depositato di materiale sintetico , fatto cristallizzare su lamine tagliate secondo 0001 (pinacoide) , cioè trasversali all'asse "C" , e la crescita sull'esagono (ortogonale alla prima) , il rapporto di cristallizzazione , cioè lo spessore di crescita nelle due direzioni , è di 100 a 1 o più .



L'immagine mostra un cristallo completamente "costruito" dalla sintesi .E' stato utilizzato un seme costituito da una lamina sintetica di forma esagonale di colore azzurro tagliata trasversale all'asse "C". Come si può rilevare la crescita di materiale ialino in direzione trasversale all'esagono azzurro è stata praticamente trascurabile , mentre in direzione dell'asse "C" il deposito è stato tale da completare il cristallo. (Si nota anche il residuo del filo metallico usato per appenderlo all'interno dell'autoclave) . Russia mm 25.



Banda bianca che mostra la planarità della distribuzione delle bolle Gh. del Miage area foto mm 3x 2 ca.



Un'altra obiezione è che, se la ricristallizzazione del grano iniziale orientato è provocata dalla pressione litostatica sulla roccia madre, l'asse "C" di maggiore crescita del quarzo deve necessariamente essere parallelo alla scistosità.

L'esperienza invece evidenzia che i meccanismi di frattura della roccia creano sempre cavità perpendicolari alla scistosità ; ne consegue che i cristalli dovrebbero essere con l'asse "C" perpendicolari alla frattura della roccia , mentre l'osservazione mostra che spesso l'asse "C" è parallelo alla cavità della roccia madre .



Particolare di gruppo di cristalli faden in matrice di quarzo. Pakistan. Distretto di Dara Ismael Khan . mm 95.

Cristallo di **tipo 3**, (vedi oltre) che mostra una sottile striscia bianca . Un cristallo sottile (**tipo 4**) è concresciuto subparallelo alla banda, dall'esterno penetra nei cristalli di maggiore dimensione , in alto altri cristalli (poco visibili) hanno un andamento trasversale alla banda bianca . Pakistan Dara Ismael Khan . mm 86.



Affumicato Faden "diagonale" Dente Gigante (AO) mm 39.

Esistono ,come abbiamo visto sopra (seppur raramente) altri tre tipi di associazione che mostrano la banda lattescente in direzione diversa dalla prima , rispetto all'asse "C". In totale sono cinque le direzioni della riga bianca osservate all'interno dei cristalli , in una suddivisione non rigorosa (e una numerazione arbitraria) si distinguono : la trasversale (**tipo 1**), la diagonale corta (**tipo 2**) e la diagonale lunga (**tipo 3**), tutti in cristalli decisamente appiattiti. Un ulteriore tipo ha la banda sub-parallela all'asse "C" (**tipo 4**) , ed infine un'altra che attraversa il cristallo partendo dal centro della faccia dell'esagono invece che dallo spigolo dove esce l'asse "a" (**tipo 5**).



tipo 1 . Tipico esempio di cristallo "trasversale" con la banda bianca , parallela all'asse "a" e ortogonale (quasi) all'asse "C". Miage (AO). mm 38.



tipo 2. Gh. del Miage

tipo 3 Allevart

tipo 4 Pakistan

tipo 5 Gh. del Miage



La fotografia eseguita al

Solitamente sono uniformi ,nel senso che ogni associazione di cristalli paralleli mostra una stessa direzione rispetto all'asse "C". Rare volte i vari tipi possono comparire concresciuti insieme sulla unica banda lattescente ; ogni serie di essi mostra un orientamento spaziale diverso, ma non casuale.



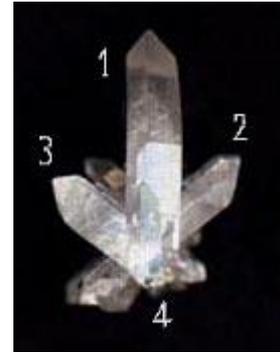
Coppia di aggregati complessi che riassumono i cinque tipi ritrovati . L'individuo di maggiori dimensioni a sinistra corrisponde al **tipo 5** . Infatti in primo piano sporge lo spigolo dell'esagono. Il cristallo maggiore di destra è molto appiattito e sottile **tipo1** con le due facce dell'esagono parallele all'unico filo faden che ha dato luogo all'aggregato. Degli altri si distingue nettamente l'appartenenza . E' rilevante sottolineare che in questi due aggregati i cristalli sono cresciuti intorno ad un unico "nastro".
Pakistan mm 60 - 63 .

Esso si ripete nelle varie paragenesi . A volte, allorquando sembra che i cristalli siano di un solo tipo, controllando al microscopio polarizzatore, si nota che gli individui più sviluppati includono cristalli di minore dimensione secondo le altre direzioni di crescita .

IPOTESI COESITE

In ultima analisi mi sembra di poter affermare che con la suddetta teoria si siano portate supposizioni non sostenibili , mentre mi pare più verosimile ipotizzare che una fase della silice con crescita bacillare , per cambiamento di pressione e/o temperatura, possa essere stata trasformata in quarzo alfa , (il nastro lattescente) per poi continuare a crescere (nel nuovo ambiente)come fase quarzo nella nuova direzione dell'asse "C".

polarizzatore mostra che non sempre le porzioni cristalline degli individui faden sono parallele ,si constata dal diverso colore mostrato . Gh.io del Miage (AO) mm 38.



Altro esempio di aggregati complessi visti dall'alto; in pianta si nota una distribuzione esagonale.La numerazione assegnata denomina i tipi presenti in questa associazione.Le angolazioni sono una costante che si ripetono in diversi luoghi di formazione dei faden, anche se rare volte si possono osservare tutte concresciute insieme.
Pakistan , mm 13.



Cristalli visti lateralmente per evidenziare la differenza della sezione .

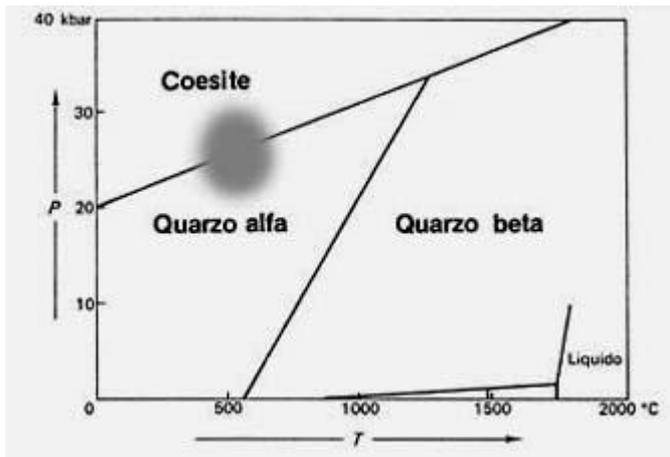


Grafico di stabilità delle fasi della silice .La zona in grigio ipotizza la zona di transizione delle due fasi in questione .

Come si può rilevare dal grafico di stabilità e trasformazione della silice è sufficiente una caduta di pressione anche di modesta entità per passare dal campo della **coesite** a quella del quarzo alfa . Infatti la **coesite** ha tutte le caratteristiche chimico-fisiche per essere ragionevolmente presa come generatrice del nastro bianco che ha formato i nostri strani cristalli .La **coesite** che è monoclinale , genera cristalli bacillari alla temperatura di 450°C e alla pressione di 35 Kbar. Alla stessa temperatura per diminuzione di pressione si trasforma velocemente in quarzo alfa .

Queste condizioni sono simili alle pressioni tettoniche locali (che possono diminuire velocemente) e alle temperature esistenti in profondità nei pressi dei plutoni granitici .

Condizioni esistenti ad esempio nei massicci del Monte Bianco , Belledonne o altri , che corrispondono guarda caso alle zone di ritrovamento dei quarzi in oggetto .

La **coesite** che ha una densità di 3,01, nel trasformarsi in quarzo alfa con densità di 2,6 deve riarrangiare il reticolo con la ricostruzione della struttura del quarzo alfa . Il processo ipotizzato avviene per diminuzione di pressione. Nel trasformarsi, l'edificio cristallino subisce un aumento di volume di circa il 10% con l'inevitabile rottura dei legami silicio-ossigeno .

Il primo a sinistra è un cristallo con la banda bianca parallela all'asse "a" (**tipo 1**). Il cristallo a destra corrisponde al **tipo 5** ed è attraversato dalla banda bianca che inizia e termina dal centro di una faccia di esagono, vale a dire ruotato di 30° dall'asse "a". Conseguentemente gli esagoni non sono paralleli alla riga bianca . Ghiacciaio del Miage . mm 38 - 43.



Il cristallo destro della foto in alto, visto al polarizzatore mostra che il nastro è inclinato di 78° con l'asse "C"; forma anche un angolo di 30° con l'asse "a" ed è accompagnato da un cristallo subparallelo **tipo4** incluso durante la crescita dei cristalli di maggiore dimensioni . Ghiacciaio del Miage (AO) mm 43.



Questi quattro individui hanno l'asse ottico "C" verticale e parallelo al piano della fotografia , si noti la diversa orientazione dei nastri "faden"

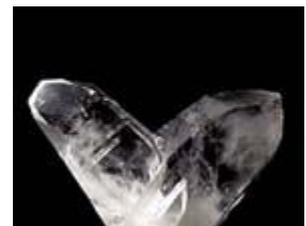
Questo spiega probabilmente la serie di regolari fratturazioni (troppo regolari e sottili per essere causate dai movimenti orogenetici), analogamente a quanto è stato osservato e documentato nella trasformazione della cristobalite quando passa dal tipo alfa di alta temperatura a quello di bassa temperatura la cui variazione volumetrica è solo del 6-7% inferiore perciò al nostro caso .

E' ragionevole pensare che le soluzioni presenti in fessura siano penetrate in queste fratture dell'edificio cristallino (trasformate in quarzo alfa) e le abbiano rinsaldate, rimanendo intrappolate poi come fluidi supercritici (siamo a 450 ° C !!).Le cavità (contenenti i fluidi) a volte hanno col tempo generato vacuoli con aspetto di cristalli negativi osservati su alcuni esemplari .

In conclusione questo tipo di cristallizzazione è verosimilmente una: "crescita epitattica su una paramorfosi di quarzo alfa derivata da coesite" .

Geminazione del Giappone

I gemelli di questa interessante e ricercata geminazione dei cristalli di quarzo, sono associati inclinati a formare una lettera "V". L'angolo fra i gemelli è di 84.33°; spesso i cristalli sono appiattiti in modo caratteristico e di aspetto cuoriforme. La legge di geminazione è data da un ipotetico piano (521) che divide in due parti uguali i cristalli gemelli .Una di queste parti è ipoteticamente ruotata di 180° su un asse perpendicolare a tale piano virtuale ottenendo così una "V". Due coppie di facce di esagono devono essere parallele e complanari.



Quarzo geminato del Giappone proveniente da Mount Ida Arkansas (U.S.A.) mm 61



Microfotografia dei vacuoli di una striscia bianca (di tipo 1).Le innumerevoli cavità in questa occasione hanno assunto l'aspetto di cristalli negativi . Normalmente sono di aspetto irregolare . Il senso della banda è verticale . Ghiacciaio del Miage (AO).Area fotografata mm 6,5.ca

Il piano 521 non corrisponde ad alcuna delle facce sicuramente osservate sui cristalli reali di quarzo ed è stato definito dal Weiss nel 1829 quando il quarzo era ancora considerato a simmetria esagonale. La legge del Giappone, denominata così per la sua prima classificazione su cristalli provenienti da tale Nazione, è esclusiva delle cristallizzazioni del quarzo lamellare. Nel nostro Paese è diffusa in pochi e localizzati giacimenti di bassa temperatura nelle cui fessure a volte è addirittura comune.



Cristallo de La Gardette (Francia) mm 42.

ALTRO SULLE GEMINAZIONI DEL GIAPPONE

[vedi anche Geminati ad assi incrociati](#)

Il Weiss insigne cristallografo tedesco (il Sella lo definì "sommo") nel 1829 riconobbe e descrisse per primo la geminazione ad assi inclinati oggi definita "del Giappone ". All'epoca (si era agli albori della cristallografia) il quarzo era considerato di simmetria esagonale e non si facevano ancora distinzioni fra alfa o beta.

Dalle sue osservazioni concluse che potevano essere solo due i parametri geometrici adatti a descrivere tale geminazione ad assi inclinati , le sole alternative erano :

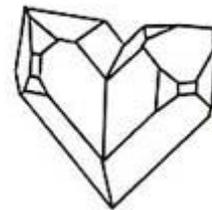
- a)- Piano di geminazione parallelo ad uno spigolo reale di bipiramide (esagonale).
- b)-Asse di geminazione perpendicolare al piano che divide in due il geminato.

Facendo riferimento al punto b) e considerato all'epoca il quarzo come esagonale, venne ritenuto il piano di geminazione normale(perpendicolare) ad una faccia di prisma avente come indice Miller 521 corrispondente all'odierno 1122 (alle cifre degli indici mancano le barrette causa computer).

Successivamente al quarzo venne riconosciuta l'appartenenza alla simmetria trigonale ed il primo parametro(a), non più applicabile, venne scartato ed utilizzato solo il secondo (b).

Per inquadrare il discorso sarà opportuno riepilogare alcune regole cristallografiche che governano tutte le geminazioni e a cui devono sottostare per essere riconosciute come tali .

1) Piano di geminazione e piano di unione del cristallo devono coincidere .



Aspetto teorico idealizzato di un geminato del Giappone . Da notare in primo piano uno spigolo che interessa entrambi i cristalli geminati su cui giacciono le faccette che ci devono guidare per l'esatta interpretazione . Per rotazione di una parte sull'altra dovrebbe riformarsi un cristallo non geminato.



Bel cristallo geminato americano di Mount Ida , Arkansas . mm 61

2) Un geminato ad asse inclinato deve riformare il cristallo unico per rotazione del gemello sull'asse di geminazione fino ad incontrare le facce corrispondenti . Tale rotazione è usualmente di 180° (per facce corrispondenti si intendono facce dello stesso tipo e orientamento) .

3) Le geminazioni ad angolo sono possibili se il piano di geminazione ha indici razionali , mentre non li deve possedere l'asse perpendicolare corrispondente (avere indici razionali significa appartenere ad una forma possibile del cristallo) .

Altra considerazione da tenere presente e da sottolineare è che gli indici razionali della zona di geminazione del quarzo, a causa della classe particolare di appartenenza, sono di simmetria trigonale, infatti le facce corrispondenti si incontrano sempre dopo rotazione di 120° sull'asse "C" (asse trigonale).

Se consideriamo come possibile la faccia riportata su tutti i testi indistintamente (con l'indice 1122, mai trovata con certezza in natura), come piano di geminazione , il risultato sarà di ottenere un cristallo apparentemente unico, ma in realtà sarà un cristallo non possibile .

Infatti le facce dell'esagono dopo rotazione di 180° di una metà del cristallo sul piano (1122) e sull'asse corrispondente , non incontreranno le facce cristallograficamente e strutturalmente corrispondenti ; così come non saranno spazialmente accettabili gli assi "a" e le facce dei romboedri principali (vedi **Fig. 1**).

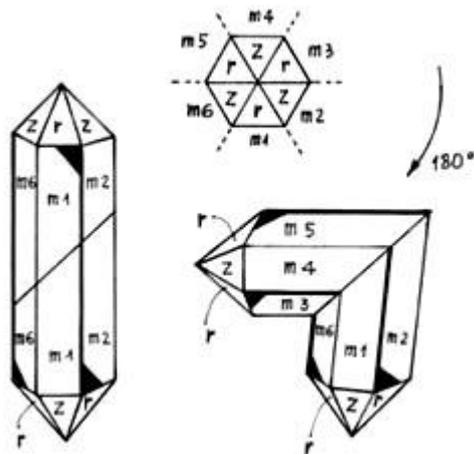
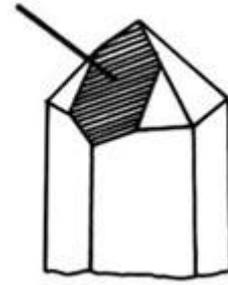


FIG 1. E' stato disegnato un ipotetico cristallo destro di aspetto pseudoesagonale senza geminazioni compenstrate ,in cui per chiarezza si sono denominate tutte le facce dell'esagono e delle terminazioni , ingrossati gli spigoli da cui escono gli assi "a" e su cui giacciono le faccette di "x" (nere), al fine di ricostruire graficamente la geminazione ipotizzata dal Weiss .Se facciamo ruotare di 180° una parte di cristallo sull' ipotetico piano della



Disegno dell'ipotetico piano di geminazione del Weiss per i geminati del Giappone e relativo asse di rotazione. Per rotazione di 180° sull'asse di una parte del geminato, si dovrebbe riformare il cristallo semplice di aspetto normale



Geminato del Giappone con i gemelli di sviluppo ineguale, è tipico delle miniere aurifere della valle d'Aosta . Arbaz . mm 75.-



Cristallo geminato del Giappone con crescita appiattita e di diversa dimensione dei gemelli , è caratteristico della zona . Arbaz (AO) . mm 23

letteratura (1122) ,fino ad ottenere l'angolo di geminazione ,si possono notare le evidenti incongruenze cristallografiche provocate, che ci devono mettere in guardia dall'accettare questa spiegazione . Nella parte alta del disegno è stata riprodotta per promemoria la cuspidate superiore, interessata alla rotazione , con l'esatta denominazione delle facce dei romboedri .Si può così rilevare che il cristallo non ha le caratteristiche richieste per una geminazione con continuità strutturale , che invece dovrebbe possedere .

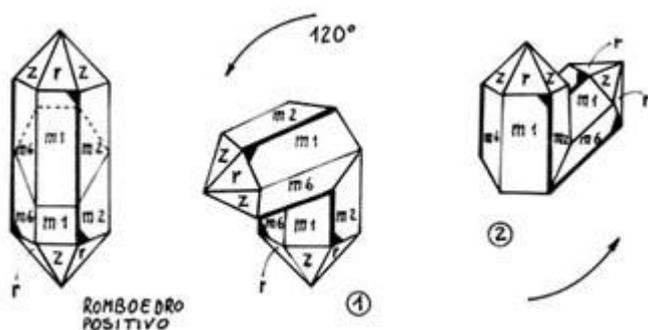
Obbligatoriamente le facce di " r " e di " z " sulle due punte terminali devono essere alternate fra di loro, ma devono essere anche alternate alle due estremità delle rispettive facce esagonali, cioè uno "spicchio" di un "sesto" di cristallo deve comprendere : una faccia "r" una "m" e una "z" .

A questo punto è evidente che l'errore si annida da qualche parte. Penso di avere avuto la risoluzione del problema cercando con alcuni cristalli di Arbaz le associazioni e le combinazioni possibili .

Ho scoperto così che, giustapponendo due cristalli (di abito del Delfinato!) sulle facce di romboedro più estese; in modo da simulare un solo cristallo e ruotando un cristallo sulla faccia di contatto (cioè sul romboedro), dopo 120 gradi di rotazione si formava un geminato del Giappone. Non solo, ho anche rilevato che se ne poteva ottenere solo uno per singolo romboedro .

Infatti se consideriamo che il cristallo (che non sia geminato ad assi paralleli naturalmente!) è formato da facce a simmetria trigonale, avremo tre spigoli, tre coppie di facce di esagono, tre coppie di facce di romboedro fra loro simili e con le stesse proprietà strutturali .

Quindi se facciamo ruotare una parte di cristallo su una faccia possibile di romboedro positivo (he divida in due l'individuo cristallino) , questa parte, dopo una rotazione di 120° (simmetria trigonale!), sarà nella stessa posizione cristallografica, incontrando sia gli spigoli che le facce corrispondenti.



Cristallo geminato del Giappone di dimensioni veramente ridotte . Val Bedretto (CH) mm 2,5 ca.



Bellissimo cristallo di quarzo geminato del Giappone appiattito e cresciuto fino a chiudere lo spazio fra i gemelli. Brasile mm 29 .



Particolare di un cristallo trasparente nella zona di geminazione ,solitamente frantumata e lattescente ; in questo caso si nota che i piani di contatto corrispondono alle facce dei romboedri . Arbaz (AO)

FIG 2. A differenza della Fig 1 , se facciamo ruotare una parte di cristallo su una faccia di romboedro, in questo caso è di segno positivo (r), dopo una rotazione di 120° incontrerà le facce corrispondenti e si sarà formato un geminato del Giappone cristallograficamente esatto .

La stessa geminazione si otterrà continuando la rotazione di altri 120° oppure ruotando il cristallo dalla parte opposta (Fig. 2 cristalli 1,2). Si otterranno identici geminati (anche se con posizione spaziale diversa) ruotando una parte di cristallo su una faccia di possibile romboedro negativo (z) (Fig.3 cristalli 3,4).

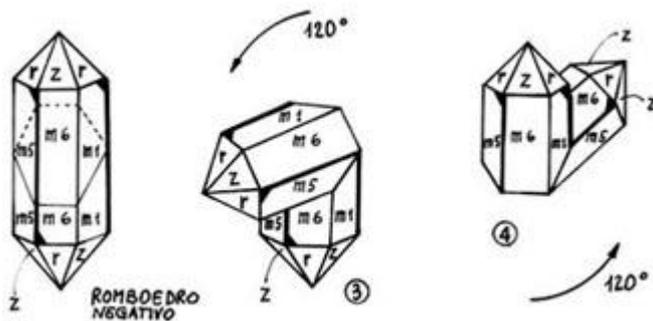
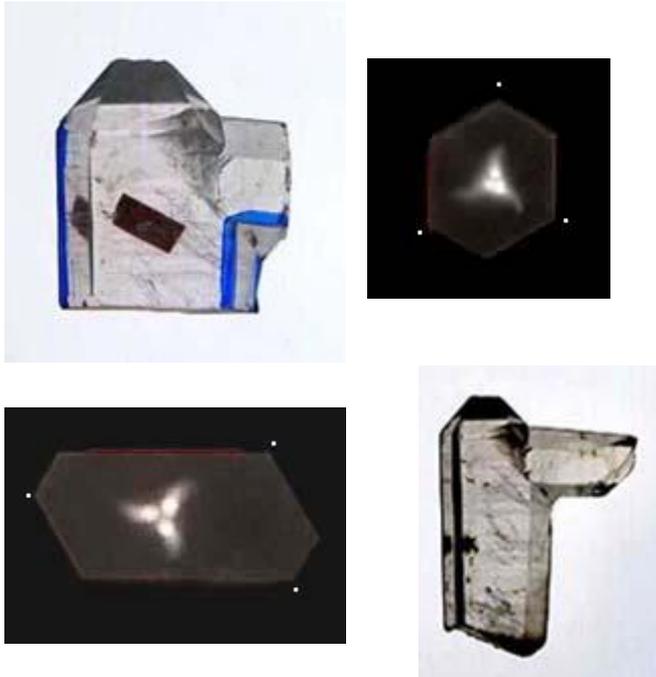


FIG. 2 Anche facendo ruotare il cristallo su un romboedro negativo (z) si otterrà un geminato con tutte le caratteristiche di un cristallo unico . Lo spicchio "r","m5""z" si sarà trasformato in "r" "m5, m1" "z", ma essendo la "m5" corrispondente alla "m1",abbiamo ottenuto un cristallo con continuità strutturale , perciò unico (ma di forma spezzata).

Infatti ad un attento esame i geminati 1 e 2 si equivalgono , così come si equivalgono i geminati 3 e 4 della Fig. 2 . Perciò si possono avere in tutto quattro geminati diversi : uno su romboedro positivo "r", uno su romboedro negativo "z" per il quarzo destro,l'altra coppia per il quarzo sinistro.

Si può quindi definire il geminato del Giappone come un cristallo di forma spezzata con le stesse caratteristiche del cristallo singolo , cioè con romboedro diverso alle due estremità delle singole facce del prisma esagono , che riforma il cristallo unico per rotazione di 120°.(punti 1,2,3 soddisfatti).



Le sezioni e la parte residua del taglio , prima della divisione, sono state contrassegnate (si notano in fotografia sulle superfici complanari dei due gemelli dei pezzetti di nastro rosso). Le due sezioni (con la "stella") sono viste secondo la superficie di taglio che combaciava con la parte rimasta . Arbaz . iniziali. mm 36.

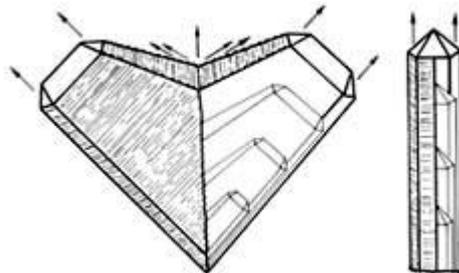
A lato Sono riportati i risultati ottenuti da un cristallo trasparente geminato del Giappone sacrificato per il controllo delle affermazioni sopra riportate . In basso a destra è riprodotto il cristallo come era in origine , (l'angolo di geminazione è in basso a destra). In alto a sinistra la fotografia del residuo ottenuto dopo avere ricavato due sezioni , una per ognuno dei due gemelli . Le due sezioni controllate con la tecnica dei punti di luce ci svelano che il cristallo non è geminato ad assi paralleli (Delfinato o Brasile) e che il senso del cristallo è destro ; ci indicano anche da quali spigoli dell'esagono emergono gli assi "a" (in fotografia sono stati evidenziati in azzurro e con punti bianchi sulle sezioni).

La strana forma a cuore che presentano a volte i cristalli geminati con la legge del Giappone discende dalla fortissima tendenza che il quarzo lamellare ha di crescere verticalmente nella direzione dell'asse "C" . I due individui all'atto della geminazione sono cresciuti insieme come un solo individuo depositando il materiale cristallino prevalentemente sui romboedri.

Poichè il romboedro è piano di geminazione dei due individui, i due piani si sono alimentati vicendevolmente, riempiendo lo spazio compreso nell'angolo formato dai geminati ed assumendo di conseguenza la forma a cuore. In altre parole la formazione di una spirale cristallina che parte dal romboedro per formare l'individuo A, è a sua volta l'inizio della spirale dell'individuo B e viceversa .



Geminato del Giappone equidimensionale ,ma non a cuore proveniente dalla Francia. La Gardette. mm 34.



Disegno esplicativo della formazione della crescita a cuore. A destra la crescita normale .



Cristallo geminato del Giappone con crescita a "cuore". La causa di questo abito particolare è forse dovuta alla crescita in

Non si deve dimenticare che il geminato ha una continuità strutturale cristallina e va inteso a tutti gli effetti come un solo

individuo cristallografico. Perciò si deve interpretare la forma a "cuore" come riempimento dello spazio presente fra i gemelli, provocato dal sinergismo delle due tendenze di crescita in senso verticale sul piano di geminazione .

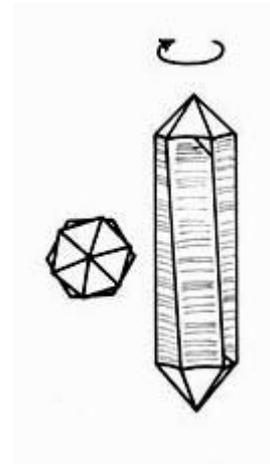
ambiente sovrassaturo; infatti i geminati si sviluppano in ambienti con cristalli sottili ; in sezione hanno sovente uno spessore molto basso. Nagasaki , Giappone. mm 18 spessore 2,5.

CRISTALLI ASSOCIATI CURVI (GWINDEL)

. Per cristalli curvi si intendono individui singoli o composti che mostrano tutte le facce con una curvatura continua , determinata dall'intima struttura cristallina .

Sono da scartare in tal senso tutti i cristalli curvati da cause meccaniche esterne.

Tale caratteristica è presente diffusamente in rocce che hanno avuto una genesi con temperatura elevata (graniti e gneiss), mostrando una curvatura più o meno accentuata fino a dare individui completamente curvi in tutte le loro facce, (spiegabili schematicamente come cristalli con torsione lungo l'asse "C").



. Disegno che esemplifica il fenomeno presente nei cristallo fotografato a lato

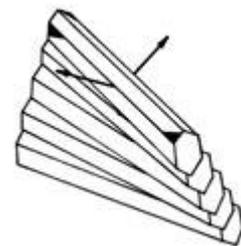


Individuo curvato dai movimenti tettonici della roccia , è stato spezzato più volte , le soluzioni lo hanno continuamente riparato saldando i frammenti e generando un individuo curvo
.Brusson (AO) mm 52



Cristallo polisintetico con curvatura sull'asse "C".
Brasile mm 75

La curvatura è solitamente poco evidente in cristalli di aspetto consueto, anche perchè in queste giaciture sono quasi sempre polisintetici e geminati del Delfinato (la curvatura è nascosta dalla somma delle porzioni diversamente ruotate dalle geminazioni, ma rilevabile sulle singole porzioni cristalline con misurazioni precise di interferometria), non mancano però cristalli con evidente torsione lungo l'asse "C".



Esemplificazione delle caratteristiche dei cristalli gwindel . Le due frecce indicano l'uscita degli assi



Due stecchi appoggiati sulla superficie dell'esagono del cristallo polisintetico fotografato sopra evidenziano l'entità della curvatura sull'asse "C". Brasile mm 75

"a". La rotazione avviene facendo perno sul terzo asse che affonda nella matrice rocciosa (per semplicità nel disegno sono state tralasciate le punte dei cristalli)

L'associazione curva tipica è evidente in rari raggruppamenti di cristalli tabulari non geminati , che hanno la caratteristica di dare cristalli appiattiti curvi sviluppati lungo l'asse "a", causato dal sommarsi del fenomeno della torsione . Solitamente in tali associazioni si riconoscono singoli individui sulle punte , mentre la parte centrale è un mosaico di porzioni isorientate. Non sono rari cristalli apparentemente singoli con curve continue sia sulle facce che sugli spigoli , in casi estremi fusi insieme a simulare un cristallo singolo.

In questa associazione appiattita la crescita cristallina si presenta in modo anomalo (è bene ribadirlo) perchè è particolarmente sviluppata lungo un asse "a", con tale asse il cristallo è attaccato alla matrice .Questo asse emerge da uno dei tre spigoli dell'esagono che sviluppano per riscaldamento e compressione la polarità positiva .

In questi casi un solo asse "a" è interessato dal fenomeno , provocando la formazione di cristalli tabulari .Nei cristalli normali, nella direzione trasversale all'asse "C",la crescita è molto limitata privilegiando usualmente la direzione che è parallela all'asse "C".

La motivazione di tale fenomeno è sconosciuta .Congetture indicano una motivazione dovuta all'incorporazione di atomi spuri nel reticolo regolarmente disposti , capaci di deformarlo per torsione



Cristallo gwindel visto dal lato romboedri .

In questo tipo di cristalli gli assi "a" (che sono a 120° fra di loro) emergono rispettivamente a destra e a sinistra dello spigolo sommitale, il terzo è attaccato alla matrice . Dente del Gigante , Val Ferret , (AO). mm 39



Disegno di cristallo gwindel visto dall'alto . Le faccette nere triangolari sono di trapezoedro trigonale "X". Raramente in realtà le superfici e gli spigoli. del cristallo sono tutte curve



Gwindel dell'Argentieres (F) visto dall'alto come nel disegno a lato. mm 72.

Proprietà chimiche, ottiche, elettriche.

Il quarzo è leggero (peso specifico 2,65) e duro. Confrontato con i minerali più comuni, in leggerezza è superato solo dal gesso, mentre per la **durezza** (7 della scala di Mosh) è superato solo da alcuni granati, dalla tormalina e dal berillo.

La sfaldabilità è difficile. In condizioni normali ha una frattura a superfici curve (concoide, cioè a forma di conchiglia), ma si può sfaldare su piani in condizioni controllate, soprattutto in direzione parallela ai romboedri.

Qualche volta, per eventi geologici particolari, si rinvengono nelle cavità cristallizzate frammenti di sfaldatura dei cristalli, a volte ricristallizzati a testimoniare che l'evento ebbe origine geologica e non meteorologica (gelo ecc..).

Quando è puro è incolore ed è definito cristallo di rocca o ialino (**rock-crystal**), ma la mancanza di colore non è indice di purezza ; infatti le ametiste , i cristalli affumicati e i citrini , che sono colorati ma trasparenti , spesso sono più puri di altri perfettamente ialini.

				
Bianco per anidrite inclusa	Viola per ferro nel reticolo	Punte nere per bitume incluso	Rosso per ferro idrato incluso	Nero per mica nera inclusa

Per lungo tempo si è creduto che il colore fosse esclusivamente dovuto alle impurezze colorate finemente disperse, entrate in soluzione solida nel reticolo .

COLORE AMETISTA , AFFUMICATO, CITRINO E AMETRINO

Poi si è scoperto che la causa era diversa per i cristalli trasparenti , cioè che la causa erano atomi che sostituivano il silicio e l'ossigeno nell'edificio cristallino mantenendone intatta la trasparenza , ma che si coloravano successivamente a causa di radiazioni , poi nel tempo ancora si rilevò che ciò avveniva solo se le impurezze possiedono cariche elettriche spaiate (**colore citrino** del campo cristallino).



Lamina di sfaldatura naturale parallela alla faccia di un romboedro principale.E' perfettamente ricristallizzata. Urli Setentr . Russia mm 61, spessore 3



Quarzo cristallo corroso dalle soluzioni naturali, nella varietà "**Ametrino**" Santa Cruz Bolivia . mm 68



Cristallo ametista di mm38 Las Vigas , Messico.



Sezione trasversale di un cristallo di quarzo simile al precedente. E' composto nello stesso cristallo dalla varietà **ametista** e **citrino**. Bolivia . mm38.



Sezione trasversale di quarzo ametista che mostra molto bene la distribuzione del colore all'interno del cristallo . Platveld Namibia mm 55.

Oppure il fenomeno si verifica anche se durante l'incorporazione degli atomi spuri sono seguite da radiazioni che attivano centri elettronici del colore (**colore ametista e affumicato dei centri del colore**) con il risultato finale, in ogni caso, di modificare la luce che li attraversa alterandone la composizione spettrale e colorandoli in modo diverso secondo le impurezze possedute e la loro posizione nel reticolo cristallino.

Le impurezze che sostituiscono il silicio, oltre a soddisfare l'equilibrio elettrico, devono avere dimensioni tali da poter entrare nell'edificio cristallino senza deformarlo eccessivamente, infatti le analisi ci confermano che gli atomi estranei trovati, hanno il raggio ionico compatibile con gli spazi reticolari e sono limitati sostanzialmente ad: Al, Fe, Na, K, H. (alluminio e ferro legati all'ossigeno; sodio, potassio e idrogeno legati al ferro e all'alluminio).

Il colore ametista è dato da impurezze di ferro con valenza diversa dal ferro contenuto nel quarzo citrino. Impurezze di alluminio e contemporaneamente di metalli alcalini come sodio e potassio, sono indispensabili per generare il quarzo affumicato.

In cristalli di questo colore il silicio tetravalente è sostituito nel reticolo dall'alluminio trivalente, ma quest'ultimo, per saturare tutte le valenze, è sempre accompagnato dai metalli alcalini o dall'idrogeno che sono monovalenti. Se l'idrogeno supera una certa quantità percentuale, rispetto al potassio od al sodio, la formazione dell'affumicato non è più possibile.

Queste colorazioni da radiazioni sono state provocate nell'ultima fase di cristallizzazione, dopo che l'ambiente di formazione dei cristalli si è raffreddato sotto la temperatura di decolorazione, che nei cristalli affumicati si può stimare tra i 150° C e i 200° C.

Le radiazioni che hanno colpito i nostri cristalli di quarzo, e che avevano energia sufficiente per inserire elettroni nel reticolo, sia che provenissero dai raggi cosmici o dai minerali contenuti nella roccia che li ospitava, hanno letteralmente bombardato per tempi lunghissimi i nostri cristalli, anche se debolmente, generando a volte colori leggeri appena percettibili, che si possono in molti casi rinforzare con radiazioni ad alta energia (raggi alfa, gamma, X).

In cristalli molto colorati si può osservare che il colore è spesso distribuito a bande parallele alle superfici esterne, e che le bande parallele ai romboedri sono più dense di colore. I colori prodotti in questo modo, in cristalli di quarzo spesso limpidissimi, variano di tonalità e di intensità secondo la direzione di osservazione; la colorazione a volte non è pura, più colori possono coesistere ed essere distrutti selettivamente dal calore.

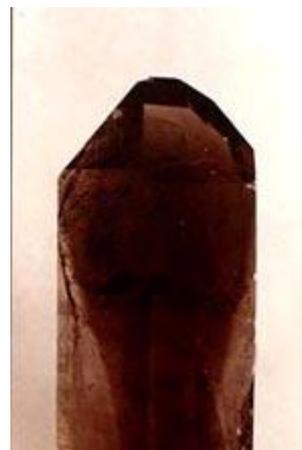
Il calore rimuove gli elettroni inseriti nel reticolo dall'alta energia



Sezione di cristallo dello Zambia con distribuzione del colore meno regolare. mm 28



La sezione verticale di questo cristallo di quarzo del granito di Baveno, mostra con evidenza il cambiamento di impurezze nelle tre fasi di crescita. mm 36.



Quarzo cristallo del monte Cervandone in cui si nota la distribuzione del colore prevalentemente sui romboedri. mm 44

subìta con la radiazione , distruggendone il centro cromatico .Per esempio nelle ametiste , per riscaldamento , si distruggono i centri del colore violetto e la colorazione gialla risultante è provocata dal ferro contenuto come impurezza ; perciò questo colore è di tipo diverso del colore citrino che scompare anch'esso per riscaldamento .



Cristallo ridotto a ciottolo dall'abrasione naturale . Con la levigatura si scopre un caldo colore madera tipico della località. Madeira , Saragozza Spagna . mm 34



Quarzo cristallo ialino di abito alpino che mostra una zona maculata di affumicato provocata dalla vicinanza di cristalli radioattivi .(Loc. sconosciuta della Val Formazza. mm 65

Se i cristalli affumicati di quarzo vengono riscaldati , la loro colorazione bruna può cambiare di tonalità ; insistendo nel riscaldamento,essa scomparirà del tutto.

Oltre le impurezze principali già menzionate : ferro,alluminio, sodio potassio e idrogeno, seguono in quantità subordinata : titanio , calcio , manganese, magnesio e moltissimi altri atomi in tracce.

I cristalli più puri sono quelli dei massicci centrali alpini con cristallizzazione avvenuta in tempi lunghissimi da soluzioni diluite . Gli altri possono avere impurezze fino a 20 -30 volte superiori (1-2 % del totale) ; naturalmente si escludono dal computo eventuali inclusioni solide o liquide contenute nei cristalli di quarzo.

POLARIZZAZIONE DELLA LUCE

Il quarzo , trasparente alla luce ultravioletta , è anche birifrangente , cioè un raggio di luce che lo attraversa in direzione diversa dall'asse ottico , viene diviso in due e polarizzato su due piani ortogonali dalla struttura cristallina .

Questa caratteristica è facilmente rilevabile anche senza strumenti su cristalli limpidi contenenti inclusioni ; infatti per la diversa rifrazione dei due fronti del raggio luminoso le inclusioni appaiono sfocate su certe direzioni perchè le immagini appaiono sdoppiate(se lo spessore del cristallo è sufficientemente grande) .



Quarzo cristallo naturale colorato artificialmente con radiazioni ad alta energia , visto in trasparenza,si nota che il colore si è sviluppato solo sui romboedri dove le impurezze erano ottimali. Arkansas, mm 65.



Quarzo sezione trasversale



Quarzo cristallo verde per inclusioni di clorite
(mostra anche l'abito di muzo) .
Passo del Forno , Val Formazza , mm 58



Interessante cristallo di quarzo bicolore con una parte affumicata e la parte inferiore citrina . La disposizione irregolare ci suggerisce che la sommità non è stata protetta dalle radiazioni come la parte inferiore. Kara Oba mm 63



Bolle incluse in un cristallo; fotografate attraverso un romboedro principale. Senza interporre un filtro polarizzatore appaiono sfocate , in realtà sono birifratte , area mm 6.

Il quarzo è anche piezoelettrico e piroelettrico : sono due aspetti della stessa caratteristica , cioè la deformazione del reticolo genera elettricità , sia che venga indotta per azione meccanica sia per azione termica , che produce deformazione del cristallo per dilatazione differenziata secondo le direzioni vettoriali .

(Quando si taglia un cristallo di quarzo si vede molto bene la luce emessa anche se si opera con una lama immersa nell'acqua)
Riscaldando il cristallo , si sviluppa elettricità positiva sugli spigoli dell'esagono su cui si sviluppano le facce di bipiramide e trapezoedro e da cui emergono gli assi " a " digiri . Per raffreddamento o compressione , nella stessa direzione degli assi " a " si sviluppano cariche negative .

La stessa proprietà farà deformare il cristallo che è attraversato da una corrente elettrica . Collegando in parallelo un campo elettrico alternato ad una sezione opportunamente sagomata di cristallo , questa comincia ad oscillare e poi a vibrare in modo costante , in funzione della direzione di taglio e dello spessore della lamina .

all'asse "C". Si notano chiaramente i colori :citrino , affumicato morione ed ametista . mm35 Great Dividing Range N.S.W. Australia



La cuspidè dello stesso cristallo in sezione verticale mostra chiaramente numerose stratificazioni di colore ;sono provocate dalle stesse radiazioni sulle diverse impurezze degli strati



Cristallo autigeno nero per inclusioni di sostanze carboniose . Monterosso (PR) mm 21

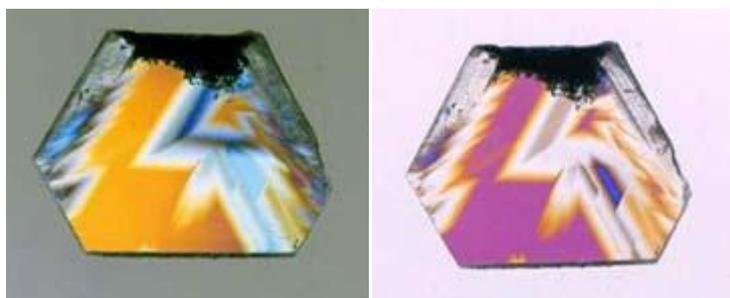
Tale proprietà è chiamata "stabilizzazione di frequenza" ed è la caratteristica che lo rende prezioso in campo tecnico .

Il quarzo possiede anche la caratteristica di ruotare la luce che lo attraversa parallelamente all'asse " C " in misura proporzionale allo spessore della sezione di cristallo impiegata ,(alla luce gialla del sodio circa 20° di rotazione angolare per millimetro di spessore) e in direzione contraria al suo senso di rotazione cristallografica .

Sono state misurate grandi differenze di rotazione delle varie lunghezze d'onda della luce . Per tale caratteristica , in condizioni opportune e usando la luce bianca (che comprende tutto lo spettro) , si ottengono vivissimi colori di interferenza.



Quarzo cristallo azzurro per inclusione di Papagoite. Repubblica Sudafricana . Messina Mine ,Transvaal mm 48



Quarzo, una sezione trasversale all'asse "C", lucidata ed osservata fra filtri polarizzatori, mostra la scomposizione e l'estinzione selettiva dei colori .Tornadri Val Malenco (SO). mm 17 ..la stessa sezione mostra che la rotazione del filtro analizzatore , lascia passare un colore diverso dal precedente (la distribuzione dei colori ci segnala anche una geminazione del Brasile).



Inconueto individuo rosso (parzialmente lucidato) sicuramente idrotermale che ha incorporato, in tutto il cristallo,idrato di ferro come impurezza meccanica . Dalnegoski Russia . mm38

COLORE DOVUTO ALLE INCLUSIONI

Il colore può dipendere anche dalle inclusioni ed in tal caso il cristallo può essere più o meno opaco . Si sono osservati i colori : **verde , bruno , nero , rosa , giallo , rosso , azzurro** ; tra questi i più frequenti sono il verde e il nero. Il verde è dovuto prevalentemente a inclusioni di bissolite , clorite , hedenbergite ; il bruno e il nero ad inclusioni di sostanze organiche , miche , ossidi metallici . Le colorazioni possono andare dalla tonalità più intensa a quella appena accennata . Il rosa è dovuto a minutissime inclusioni di rutilo e forse a presenza di manganese .

Il colore rosso del quarzo, causato da ferro idrossido, è rarissimo in Italia , è invece abbastanza frequente in Spagna nei gessi diagenizzati della zona di Valencia , denominato "quarzo di Santiago di Compostella " perchè utilizzato per oggetti ricordo dei pellegrini che si recano al quel santuario da centinaia di anni. Nel nostro paese è stato rinvenuto, con altri colori, solo in piccoli cristalli di quarzo bipiramidato delle idrotermaliti del bolognese, i cui vari colori sono probabilmente tutti dovuti a ossidi metallici



Quarzo beta di vari colori delle idrotermaliti appenniniche dell'Emilia. Sono provenienti da varie località. Cristallo max 4 mm.

finemente dispersi.

Le corrosioni artificiali

Sotto ponendo un cristallo di quarzo a corrosione artificiale con acido fluoridrico diluito, si nota che l'attacco avviene soprattutto sulle facce dei romboedri. Intatte e lucenti (o quasi) rimangono invece le facce di prisma esagono. Avviene in sostanza l'inverso di quanto succede nella formazione dei cristalli.

Durante l'attacco si provoca l'accorciamento dei cristalli con formazione di incisioni geometriche sulle facce dei romboedri "r" e "z", dei trapezoidi, e delle bipiramidi "S" e l'arrotondamento dei tre spigoli alterni, formati dal romboedro diretto con l'inverso nell'angolo corrispondente alla comparsa della bipiramide trigonale.

Anche solubilizzando parzialmente delle sezioni trasversali o verticali di cristallo, è possibile individuarne l'orientamento. Il procedimento è semplice: basta fare molta attenzione nel maneggiare l'acido fluoridrico.

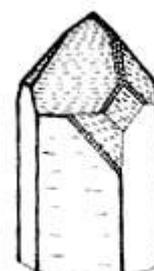
Una sezione di cristallo trasversale o parallela all'asse C, dello spessore di alcuni millimetri (5 o 6), levigata con abrasivo fine e sottoposta a corrosione per alcune ore in acido fluoridrico al 4-5% e lucidata successivamente da una sola parte, può dare delle preziose informazioni che ci permetteranno di classificare con certezza ogni sfumatura cristallografica di tale sezione.



Sezione corrosa vista a luce riflessa, conferma l'appartenenza alla geminazione del Brasile.



La stessa sezione corrosa vista al polarizzatore mostra colori poco brillanti



Rappresentazione idealizzata della corrosione artificiale provocata sul cristallo della foto sottostante



Cristallo di quarzo destro con bipiramide "S" sottoposto a corrosione con acido fluoridrico . mm 20
Dosso dei Cristalli Val Malenco (SO).

Il modo di osservazione della sezione potrà essere :

- a luce riflessa sulla parte corrosa
- a luce polarizzata (nicol incrociati) per trasparenza
- facendola attraversare per trasparenza da un fascio di luce diffusa puntiforme (punti di luce in italiano-pinhole light-figures in inglese).

E' stupefacente come sono messe in evidenza tutte le



compenetrazioni e le geminazioni del cristallo di quarzo. In tali sezioni i geminati del Delfinato mostrano isole cristalline con contorni per lo più irregolari e complicati, mentre quelli del Brasile mostrano disegni con contorni geometrici paralleli al prisma esagono e ai romboedri .

Altra cosa interessante che le corrosioni mettono in evidenza , sono i disordini cristallini . Questi si possono osservare specialmente sulle sezioni trasversali dei cristalli di alta temperatura cristallizzati come quarzo beta . Anche sezioni di cristalli di abito alpino formano spesso corrosioni intergranulari e infiltrazioni che mettono in evidenza una natura quasi fascicolata del cristallo .

Sezioni trasversali corrose di cristalli vari



Blocco e sottili geminazioni del Brasile. Tornadri (SO), mm18



Geminato del Brasile a contorni paralleli all'esagono . Selvino (BG) mm 12.



Geminato .Delfinato con contorni irregolari . Gottardo (CH) mm 25

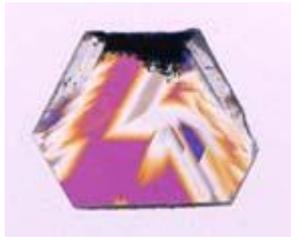
Punti di luce. La sezione trasversale vista con tale tecnica mostra una stella a tre punte che ci indica il senso del cristallo.



Punti di luce. La sezione verticale ci fornisce anch'essa indicazioni sul senso del cristallo di quarzo.

A luce riflessa . In questo modo si nota molto bene se la sezione del cristallo di quarzo è composta da più porzioni, ma è impossibile stabilire compiutamente il tipo di appartenenza anche se l'aspetto delle sezioni trasversali di un geminato del Delfinato è decisamente diverso da quello del Brasile .

A luce polarizzata .Sostanzialmente la stessa cosa si può vedere per trasparenza a luce polarizzata (con nicol incrociati) con la complicazione che la sezione cristallina, se è corrosa, offusca la brillantezza dei colori di interferenza. Le sezioni lucidate e non corrose si dovrebbero osservare a luce monocromatica per avere maggiori informazioni; a luce bianca le sezioni trasversali lucidate generano colori di interferenza che possono essere molto intensi ed evidenziare molto chiaramente eventuali geminazioni (vedi figure a lato e sotto). Le sezioni verticali non danno colori di interferenza, ma mettono in evidenza dopo corrosione le eventuali geminazioni .



Colori ottenuti da una stessa sezione lucidata di un cristallo di quarzo geminato del Brasile. Il colore varia....



... secondo la posizione dell'analizzatore a causa della diversa estinzione . Tornadri (SO) mm 17.

I PUNTI DI LUCE

Punti di luce . Risultati ben più interessanti si hanno se si osservano le sezioni sia longitudinali che trasversali del cristallo di quarzo con i " punti di luce " (purchè le tessere del mosaico cristallino siano abbastanza estese) .I punti di luce si ottengono facilmente osservando per trasparenza le sezioni corrose attraversate da un fascio di luce diffusa (basta interporre della carta da lucidi) uscente da un piccolo foro (0,2- 0,5 mm) , fatto in un lamierino o cartoncino sottile opaco.

Le sezioni appoggiate dalla parte levigata e guardate dalla parte corrosa mostrano per trasparenza disegni di luce particolari (al buio , con microscopio binoculare). Le sezioni trasversali mostrano una stella a tre punte con i raggi curvati verso destra o verso sinistra , secondo il senso del cristallo;le sezioni verticali mostrano invece disegni molto complessi specificati e schematizzati nel disegno della **pag.7** seguente .

E' doveroso ricordare che ogni "punto di luce " formerà un disegno ,altrettanto farà ogni isola cristallina ; perciò nell'osservazione si farà scorrere la sezione per scandagliarne tutta la superficie .

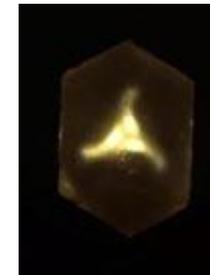


Sezione di cristallo di quarzo di abito alpino lucidata .Al polarizzatore mostra un aspetto fascicolato con isole cristalline molto frastagliate. Alpe Devero .mm 24.

Sezioni corrose non geminate del Dosso dei Cristalli (SO)



A



B



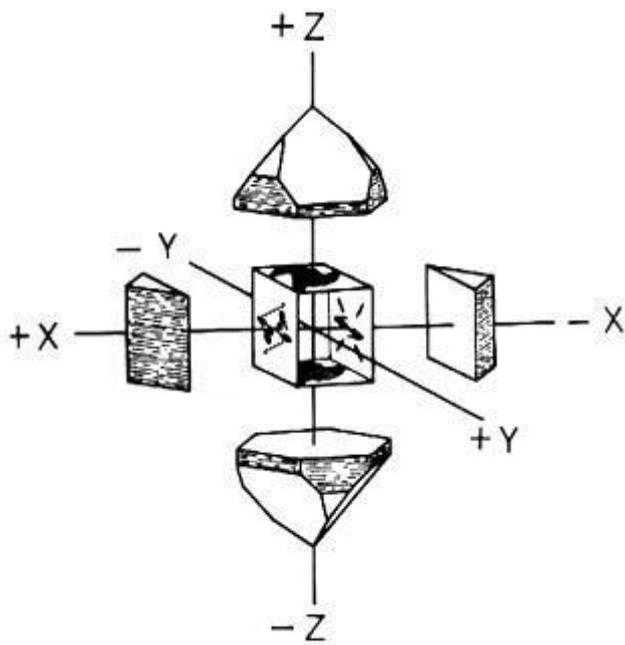
C

Dall'alto:

-A. Con luce polarizzata è ignoto il senso.

-B. Con "un punto di luce" risulta un cristallo destro.

-C. Due stelle per due "punti luce" di un cristallo sinistro. mm 12-15



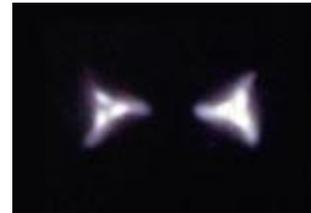
Quarzo. Schema delle figure generate dai punti di luce (di cristallo sinistro) viste nelle varie direzioni cristallografiche + Y , - Y , +Z , - Z . (assi spaziali ortogonali)

Le sezioni longitudinali ottenute asportando lo spigolo formato da due facce dell'esagono mostrano disegni diversi se si osservano dall'asse "Y" positivo o negativo . Il primo , se è un cristallo sinistro,ha l'aspetto di una " Z " stilizzata , oppure di una "S" (speculare alla prima), se è destro . Osservato dall'asse "Y" negativo , il disegno formato ha l'aspetto di un "due punti " stilizzato orizzontale con una codina che va verso sinistra o verso destra , secondo il senso del cristallo .

Dopo corrosione, tutte le superfici di taglio sono rugose per le sporgenze residue (mentre le superfici naturali del cristallo restano pressochè intatte se non hanno subito lesioni, graffi o colpi); osservate al microscopio, sono diverse nelle diverse direzioni cristallografiche, così come sono diversi i disegni che mostrano in trasparenza.

Ciò è dovuto al fatto che le corrosioni derivano dalla struttura dell'edificio cristallino del quarzo che cambia disposizione degli atomi nelle diverse direzioni. I punti luminosi si dispongono ovviamente con la stessa simmetria sulla stessa direzione , essendo determinati dalle caratteristiche del quarzo, ma essi sono più o meno sviluppati in funzione dello spessore della sezione, della grana dell'abrasivo, della concentrazione dell'acido, della temperatura e del tempo di corrosione.

Ho sperimentato la tecnica usando cristalli di quarzo di vario tipo e provenienza . Ho potuto constatare che i geminati del Delfinato sono piuttosto comuni nei cristalli a mosaico (Baveno, Cervandone, Monte Bianco, ecc), mentre i geminati del Brasile sono relativamente frequenti solo nei lamellari di media temperatura (Minas Gerais, Tornadri, Margone) e poco frequenti nel lamellare di bassa temperatura (Arbaz, Selvino).



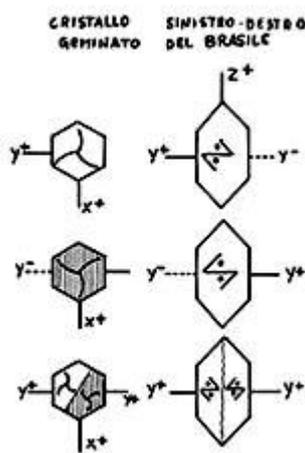
Quarzo. Punti di luce di un geminato del Delfinato, la disposizione delle stelle sulle diverse isole cristalline mostra che sono entrambe destre ma con orientamento spaziale contrapposto.



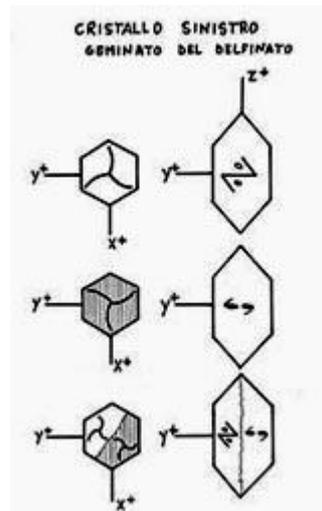
Quarzo. Punti luce della sezione verticale di un geminato del **Brasile** che mostrano l'appartenenza al senso destro o sinistro dei due inserti compenetrati



Punti luce della sezione verticale di un cristallo sinistro geminato del **Delfinato** che mostra il disegno di luce visto da due direzioni cristallografiche opposte.



Schema delle forme assunte dai punti di luce nelle diverse direzioni in un ipotetico cristallo



Schema delle forme assunte dai punti di luce nelle diverse direzioni di ipotetici cristalli di

di quarzo geminato del **Brasile**. E' da notare che le stelle dei punti di luce finiscono sullo spigolo dell'asse digiro "a" perciò gli spigoli con "a" sono adiacenti.

segno sinistro geminati del **Delfinato**.
Nei disegni sulla destra l'asse "Z" è chiaramente parallelo all'asse "C" . (asse ottico) perciò la sezione è longitudinale al cristallo.



La sezione, vista a polarizzatori incrociati , mostra una bella geminazione del Brasile che occupa quasi mezzo cristallo . Però ancora non ci è possibile sapere quale dei due individui è destro e quale è sinistro



...il dubbio viene risolto con i punti di luce. E' messo in evidenza il geminato del Brasile con le due " stelle " trigonali di senso opposto. Tornadri (SO) .Sezione mm 18



Sezione verticale corrosa ; vista a luce riflessa mostra l'esistenza della geminazione però non è ancora classificabile....



...con i punti di luce si definiscono chiaramente la geminazione del Delfinato e il senso sinistro. Gh.del Miage (AO) mm 34.

Un'ultima osservazione meritano le corrosioni e la loro sospetta influenza sugli indici cristallini .Nella mia collezione ho alcuni cristalli che presentano piccoli segni di corrosione naturale che assomigliano in modo inquietante a molte "rarità cristallografiche " della letteratura .

Temo che tali "facce rare" siano da ricondurre a pseudofacce di corrosione che si sono formate sugli spigoli dei cristalli di quarzo. (Se sommiamo questi errori interpretativi agli errori dovuti alle curvature delle superfici e alla non planarità dei cristalli macromosaici, si possono spiegare le quantità spropositate degli indici riportati dalla letteratura).

Nella tabella sottostante sono elencati un centinaio di **minerali inclusi o associati ai cristalli di quarzo** presenti nella mia collezione. (Naturalmente la classificazione è stata fatta senza analisi chimica o strumentale; basandomi principalmente sulla classificazione di chi me li ha ceduti, oppure dall'osservazione diretta della morfologia). Possono essere **richiamate le immagini** di una parte di essi come esempi dell'associazione minerale.

ELENCO MINERALI ASSOCIATI DALLA **A** ALLA **Z**

[A](#) - [B](#) - [C](#) - [D](#) - [E](#) - [F](#) - [G](#) - [H](#) - [I](#) - [K](#) - [L](#) - [M](#) - **N** - [O](#) - [P](#) - [Q](#) - [R](#) - [S](#) - [T](#) - [U](#) - [V](#) - [W](#) - [Z](#)

A

Acqua-water	1
Actinolite	2
Adularia-feldspar	3
Aeschenite	4
Agardite	5
Albite	6
Allanite	7
Amazzoneite	8
Amianto	9
Ankerite	10
Anatase	11
Anhydrite	12
Apatite	13
Apofillite	14
Aragonite	15
Arsenopirite	16
Axinite	17

B

Babingtonite	18
Barite	19
Bavenite	20
Bertrandite	21
Bismutite	22
Byssolite	23
Bitumen	24
Boulangerite	25
Bournonite	26
Brookite	27

C

Cabasite	28
Cafarsite	29
Calcite	30
Calcopirite	31
Cassiterite	32
Cinabro	33
Clinozoisite	34
Chlorite	35
Crisocolla	36
Cosalite	37

D

Danburite	38
Datolite	39
Dendrite (ossidi)	40
Diopside (hedenbergite)	41
Diopase	42
Dolomite	43
E	
Egirina (aegirina)	44
Haematite	45
Epidote	46
Epistilbite	47
Essonite (granato)	48
F	
Facolite	49
Fenacite	50
Fengite	51
Fluorite	52
Funghi (pseudoforma)	53
G	
Gadolinite	54
Galena	55
Gypsum-Gesso	56
Goethite	57
H	
Hedenbergite	58
Heulandite	59
I	
Ialite-Hyalite	60
Idrocarburi-oil	61
Idroclorite (?)	62
Ilmenite (?)	63
Ilvaite	64
K	

[Kunzite](#) 65

L

[Laumontite](#) 66

[Lepidocrocite](#) 67

[Lepidolite](#) 68

[Limonite](#) 69

M

[Magnesite](#) 70

[Magnetite](#) 71

Malachite 72

Mesitina 73

Metano 74

[Mica \(generico\)](#) 75

Microclino 76

Milarite 77

[Molibdenite](#) 78

[Monazite](#) 79

Muscovite 80

O

[Orthoclase](#) 81

Oro 82

P

Papagoite 83

Periclino 84

Plumosite (PbSbS) 85

Plumbocalcite 86

[Pyrite](#) 87

Pirofillite 88

Prehnite 89

R

[Rame](#) 90

[Rhodochrosite](#) 91

Rubellite
(tormalina) 92

Rutile	93
S	
Sagenite (rutilo)	94
Scapolite	95
Sceelite	96
Scolecite	97
Sfalerite	98
Siderite	99
Spessartine	100
Stilbite	101
T	
Tantalite	102
Titanite	103
Topaz	104
Tourmaline	105
Trydimite	106
V	
Vanadinite	107
W	
Wolframite	108
Z	
Zinvaldite	109

OSSERVAZIONI AL POLARIZZATORE

Se sommiamo al fascino morfologico dei cristalli di quarzo alcune caratteristiche ottiche legate alla sua intima struttura, otteniamo il risultato di rendere tali solidi un poco più misteriosi e affascinanti, oltre a permetterci semplici indagini cristalline . Con una modesta attrezzatura casalinga potremo facilmente fare le osservazioni sulle proprietà della luce e le sue modifiche causate dall'edificio cristallino del quarzo .

Il quarzo appartiene alla classe uniassica birifrangente. Questo ci indica che un raggio luminoso, entrando nel reticolo cristallino perpendicolarmente all'asse ottico, si scinde in due raggi polarizzati fra loro ortogonali. Essi si propagano con velocità diverse nelle



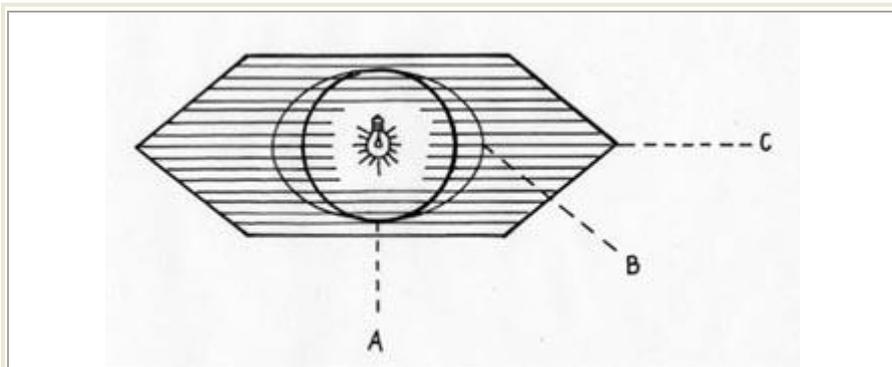
Caso **B** del disegno a sinistra. Immagine di

diverse direzioni del cristallo.

Il reticolo è costituito da molecole disposte in una struttura multipla elicoidale allungata e riunita in fasci paralleli all'asse ottico .

Questo ci suggerisce che la non omogeneità della struttura è la diretta responsabile della non omogeneità della trasmissione del raggio luminoso attraverso il cristallo di quarzo. Infatti le varie direzioni nel cristallo modificheranno la velocità del fronte d'onda e cambieranno la velocità di propagazione dei colori che la compongono.

Tale premessa ci aiuterà a capire perchè una ipotetica sorgente puntiforme di luce monocromatica posta al centro del cristallo di quarzo emetterà luce che si diffonderà con modalità e velocità diverse nelle varie direzioni a causa delle diversità strutturali incontrate . Si formerà un fronte d'onda ovale formato dalla compenetrazione di due fronti di luce polarizzata vibranti su piani ortogonali , di cui uno è sferico (raggio ordinario) e l'altro è ellissoidale e contenente il primo fronte (raggio straordinario) con l'asse maggiore rivolto nella direzione dei vertici del cristallo di quarzo.



Sezione schematica di un ipotetico cristallo di quarzo (il fronte d'onda ordinario è in grassetto, quello sottile è straordinario).

La struttura è simbolicamente rappresentata come un fascio di molecole allungate e ordinate secondo l'asse ottico . -A) la luce sorge dall' esagono, - B) da uno dei romboedri principali "r"o"z".

-C) esce nella direzione dell'asse ottico .

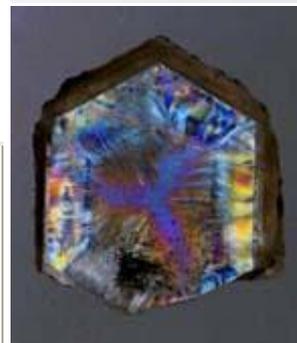
A) Un raggio ordinario di luce bianca che si propaghi perpendicolarmente esce diviso in due fronti polarizzati ortogonalmente fra di loro alla stessa velocità; se ne potrà estinguere uno solo. Un raggio ordinato polarizzato che incida perpendicolarmente esce non modificato e può essere estinto all'analizzatore .

B) Un raggio ordinario (non polarizzato) sarà diviso in due e formerà una immagine doppia , una di queste potrà essere estinta alternativamente al ruotare dell'analizzatore , un raggio polarizzato sarà anch'esso diviso in due e si avrà estinzione alternativamente .

C) Un raggio polarizzato attraversando il cristallo parallelamente all'asse "C" sarà scisso nei suoi colori che creeranno fronti d'onda che viaggeranno a diversa velocità e diversa rotazione specifica. Questo provocherà colori che cambieranno al ruotare dell'analizzatore . Un raggio di luce bianca non polarizzata per il sommarsi delle componenti uscirà inalterata .

piccole inclusioni liquide viste al microscopio attraverso il romboedro , la doppia immagine è dovuta alla birifrangenza del cristallo.

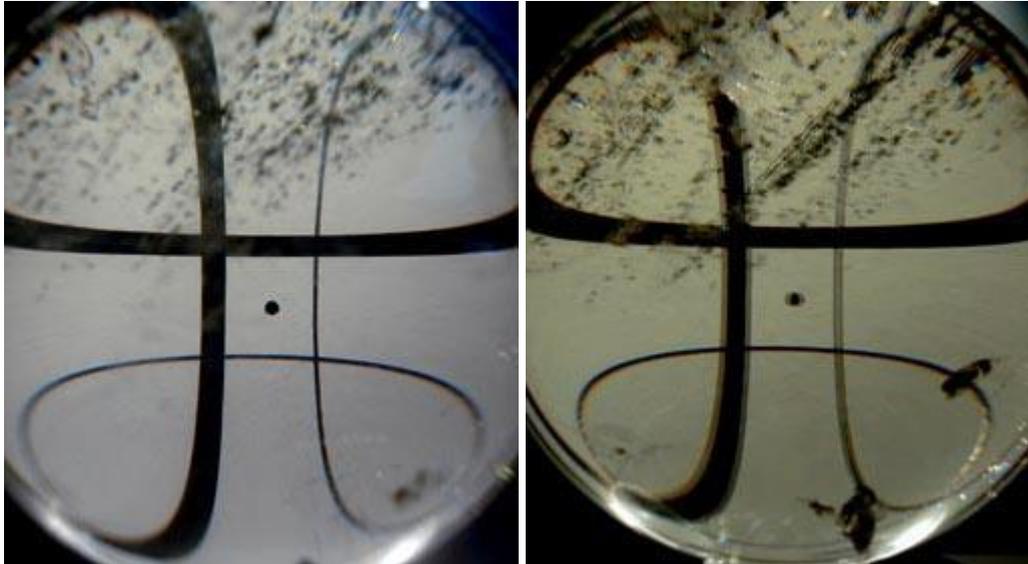
Bolla submillimetrica Gh.del Miage



Caso C. Sezione lucidata di cristallo di quarzo, vista in sequenza fra polarizzatori. Al ruotare dell'analizzatore si nota il variare dei colori di una bella stella colorata trigonale, la cui parte interna discordante con l'esterna è anch'essa fittamente geminata del Brasile (tipo ametista ?) .
Brosso mm 25 .

Un raggio polarizzato di luce monocromatica , che attraversi una sezione di cristallo di quarzo nella direzione dell'asse ottico; verrà ruotato verso destra o verso sinistra secondo il senso di rotazione della struttura cristallina (polarizzazione rotatoria)Tale rotazione sarà

proporzionale allo spessore della sezione in esame e sarà determinata dalla lunghezza d'onda utilizzata nel raggio incidente .Se ne potrà misurare sia la rotazione che il senso del raggio polarizzato , ruotando l'analizzatore fino a riottenere l'estinzione .



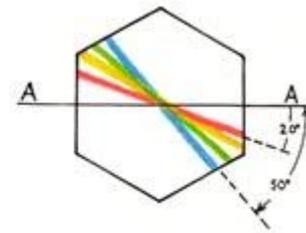
Sfera di quarzo, effetti della birifrangenza Caso B.

La fotografia a sinistra , che sembra molto più nitida , è stata fatta nelle stesse condizioni di quella a destra , è stato però interposto un polarizzatore; così facendo una delle due immagini formate è stata estinta dal polarizzatore quindi l'immagine residua è passata e sembra molto più nitida .

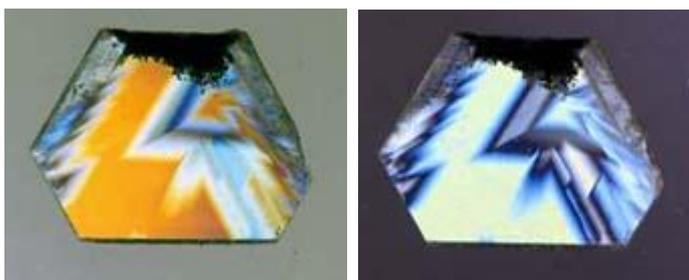
La luce rossa polarizzata passando da una sezione di cristallo di quarzo ruota di 20° per ogni millimetro di spessore della sezione, la luce azzurra di ben 50° per ogni millimetro ! (Vedi a lato disegno esplicativo).

COLORI DI POLARIZZAZIONE

Se osserviamo un raggio di luce bianca polarizzata attraverso una sezione di cristallo di quarzo (nelle stesse condizioni, cioè attraverso l'analizzatore), al suo emergere noteremo vistosi colori di interferenza che varieranno al ruotare dell'analizzatore. Questo fenomeno è causato dalla diversa rotazione subita dai singoli colori componenti la luce all'interno del cristallo di quarzo e dalla conseguente estinzione selettiva al loro emergere .



Risoluzione schematica del comportamento di una ipotetica lamina di luce bianca polarizzata emessa da A-A . I vari componenti della luce ruoteranno all'interno del cristallo in funzione della loro lunghezza d'onda . Il rosso di 20° , il blu di 50° per ogni millimetro di spessore attraversato. Ruoteranno verso destra o verso sinistra secondo il senso di appartenenza del cristallo .



Sequenza di colori ottenuti da una sezione lucidata di un cristallo di quarzo geminato del Brasile . Tornadri (SO) mm 17.

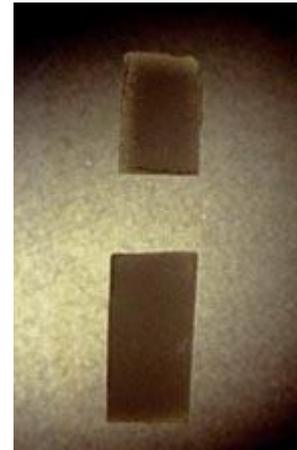
Il colore dello sfondo ci mostra la posizione dell'analizzatore; il colore nero indica le lamine in estinzione a 90° fra loro.

I colori osservati varieranno perciò con il variare della posizione dell'analizzatore . Se adagiamo fra due polarizzatori incrociati un cristallo di quarzo o una sezione di forte spessore parallela all'asse ottico e li facciamo ruotare su un ipotetico asse ortogonale, ai filtri polarizzatori osserviamo l'estinzione dei raggi emergenti ogni 90° di rotazione del cristallo o della sua sezione .(vedi foto a lato)

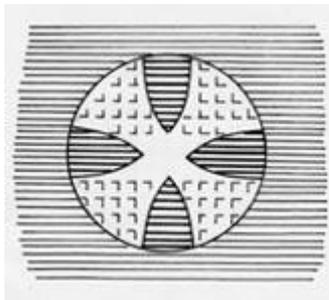
Questo avviene perchè i raggi ordinati emergenti dal polarizzatore che siano trasversali o paralleli all'asse ottico , possono entrambi passare inalterati nel cristallo, permettendone l'estinzione all'analizzatore . Viceversa se il fascio polarizzato attraversa il cristallo diagonalmente (il massimo si avrà a 45°), verrà diviso dal reticolo cristallino in due componenti polarizzate ortogonalmente , una di queste necessariamente passerà inalterata dall'analizzatore illuminando il cristallo di quarzo.

E' intuitivo che la quantità di luce che attraversa l'analizzatore, sarà massima quando l'asse ottico è a 45° dall'asse di polarizzazione .

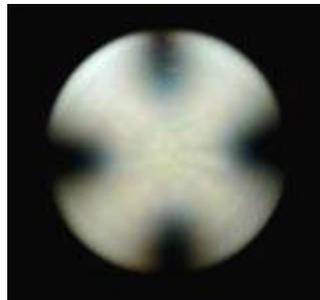
Allo stesso modo se poniamo una sfera di quarzo lucidata fra due polarizzatori in estinzione (a 90°) e la facciamo ruotare , potremo riconoscerne l'asse ottico quando vedremo nell'analizzatore una croce centrata verso l'osservatore. Nella direzione trasversale all'asse avremo bande di estinzione e bande luminose ogni 90° .



Caso A. Due sezioni longitudinali parallele all'asse "C" dello stesso cristallo di quarzo, osservate a polarizzatori incrociati sono estinte. I raggi polarizzati sia verticali che orizzontali, passando inalterati dal cristallo, sono estinti dall'analizzatore ogni 90° .



Schema del fenomeno della formazione della croce di estinzione. Il fondo a linee simboleggia la luce polarizzata estinta all'analizzatore, la croce più chiara i raggi che attraversano la sfera in diagonale e sono scissi in due fronti d'onda polarizzati ortogonalmente fra di loro ed uno di essi necessariamente passerà inalterato .



Sfera di quarzo lucidata vista lungo l'asse ottico fra polarizzatori. La parte estinta è data dalle zone di attraversamento dei raggi polarizzati inalterati , le parti chiare sono i raggi scissi in due fronti d'onda polarizzati a 90° . (L'immagine è realizzata in sovrapposizione per rendere i cerchi e i colori di interferenza pressochè invisibili)



Caso A. Una porzione ruotata di 45° si è illuminata perchè il raggio che l'attraversa viene diviso in due fronti polarizzati ortogonalmente fra di loro e l'analizzatore interposto non li ha estinti.

Ciò è causato dalle caratteristiche precedentemente elencate ossia, avendo centrato la sfera sull'asse ottico, si noterà la croce nera di estinzione causata dai raggi passati inalterati attraverso la sfera ed estinti dall'analizzatore. Invece nelle direzioni diagonali alla croce si avranno zone luminose perchè la luce polarizzata, attraversando il mezzo in diagonale, è scissa in due fronti fra loro polarizzati ortogonalmente e quindi uno di essi passerà necessariamente dall'analizzatore.

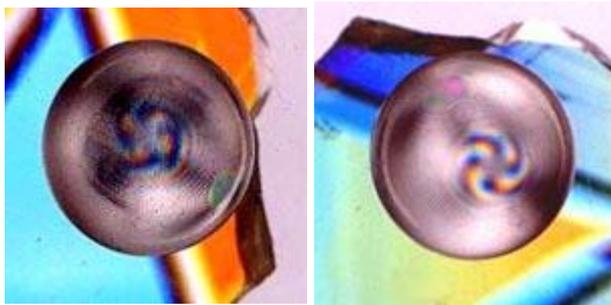
SCRUTANDO.....LA SFERA DI CRISTALLO

Se osserviamo una sfera ottenuta da quarzo cristallo, lucidata con il proposito di mettere in evidenza altri fenomeni oltre alla croce di estinzione, potremo scoprire il senso del cristallo da cui è stata ricavata la sfera e scoprire anche in una sezione di cristallo lucidata quale delle due porzioni è destra e quale è sinistra senza ricorrere alla corrosione ed ai punti di luce, facendo ricorso invece alle spirali di Airy .Vediamo a lato innanzitutto cosa mostra una sfera lucidata di quarzo di senso **sinistro** vista attraverso i polarizzatori .

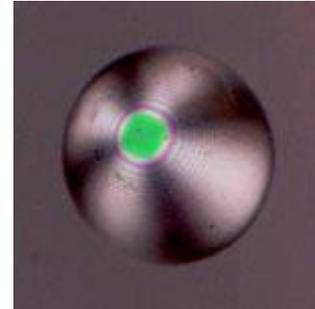
L'esempio sopra riportato è valido anche per una sfera di quarzo di senso **destro** .Tenendo ben presente che il fenomeno sarà speculare al primo, si avrà un ordine di estinzione dei colori simile ma si dovrà ruotare l'analizzatore in un senso contrario. .

Se appoggiamo la stessa sfera lucidata su una sezione di cristallo lucidato geminato del Brasile, potremo determinare il senso di rotazione delle due porzioni.

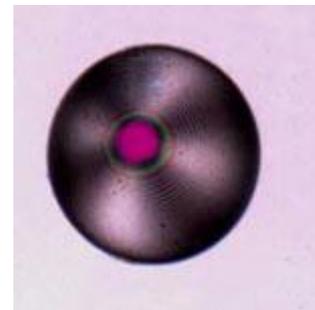
Nella geminazione del Brasile le due porzioni cristalline del quarzo hanno la superficie di geminazione secondo i romboedri , ne consegue che in una sezione trasversale all'asse "C" il punto di contatto dei gemelli è diagonale rispetto alle due superfici parallele della sezione ; spostando la sfera di quarzo sulle porzioni geminate nei punti di contatto(dove le porzioni si sovrappongono), al centro della sfera si disegnerà una specie di "svastica" a quattro braccia con le code verso destra se la porzione a contatto è destra o verso sinistra se la porzione è di senso sinistro.



A sinistra spirale di Airy di senso destro perchè la sezione geminata del Brasile nel punto di contatto è destra; notare che cambia anche il colore delle porzioni



La sfera di quarzo osservata lungo l'asse "C" attraverso i polarizzatori , mostra oltre alla croce di estinzione anche dei colori di interferenza dovuti alla polarizzazione rotatoria .Il disco di colore centrale che dipende dallo spessore della sfera è contornato da cerchi concentrici colorati.



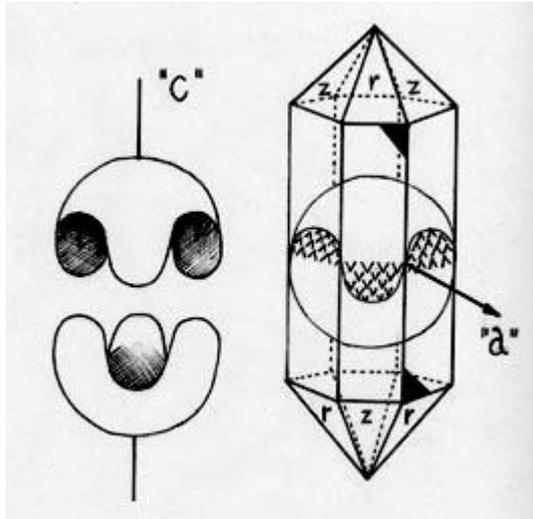
Facendo ruotare l'analizzatore verso destra il colore centrale passa da giallo a verde , poi all'azzurro ,al viola ed infine al rosso , mentre la croce cambia leggermente di dimensione e gli anelli colorati si allargano spostandosi verso il diametro maggiore .

cristalline di senso opposto

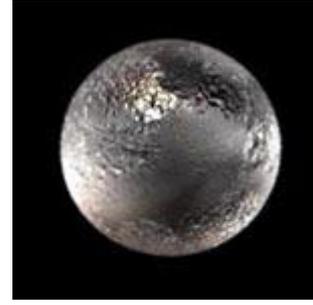
A destra ribaltando la sezione, la sfera si appoggia sulla parte sinistra e la spirale inverte il senso.

Anche una minuziosa ispezione della sfera corrosa ci fornirà informazioni preziose sulla struttura del quarzo .

L'affermazione, sostenuta nel capitolo "CRISTALLI" sulla coniugazione delle facce dell'esagono, trova conferma nel disegno formato dalle incisioni della sfera di quarzo riprodotta a lato . A questo proposito per chiarezza è bene osservarne il disegno riprodotto sotto, indispensabile per renderne esplicite le caratteristiche .



Disegno schematico idealizzato della relazione che intercorre fra la parte superiore ed inferiore di una sfera di quarzo corrosa . A sinistra sono riprodotti i solidi che si otterrebbero con una suddivisione "nord-sud" , a destra la posizione della sfera ricomposta e la sua posizione rispetto al cristallo di quarzo e alle sue facce . Si nota chiaramente che le facce di esagono sono uguali ma contrapposte in direzione dell'asse "C" .



Una sfera di quarzo corrosa in acido fluoridrico per circa venti giorni è diventata lenticolare, la temperatura era invernale e l'acido diluito al 2% circa . L'asportazione è stata maggiore di circa il 9% lungo l'asse ottico visibile in primo piano . Sfera di quarzo sintetico senza geminazioni . Diametro iniziale mm 12.

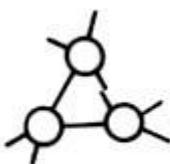


La stessa sfera analizzata con la tecnica dei punti di luce mostra un senso di rotazione sinistro

Lo studio dell'aspetto di un cristallo di quarzo, cioè della sua morfologia, risulta molto complesso poiché dipende direttamente da parametri variabili, interdipendenti, non sempre conosciuti a fondo. Alcune considerazioni di tali parametri ci daranno un'idea della complessità delle interazioni.

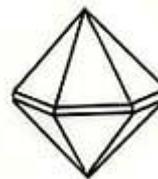
La base principale di tutte le considerazioni è quel " modulo quarzo" che abbiamo già visto e che è rappresentato dalla cella elementare ($Si_3 O_6$) simile per le due fasi del quarzo, tessera iniziale di nucleazione, con tutte le caratteristiche del quarzo sia di alta che di bassa temperatura, di un reticolo tridimensionale che nei cristalli è ripetuto miliardi di volte.

La sua morfologia può essere interpretata come un frammento di spirale formata dai nove atomi che la compongono, combinati in modo da assumere l'aspetto di un aggregato tondeggiante di sfere (gli atomi), ognuno caricato elettricamente in modo diverso e in relazione con gli altri. La cella elementare può essere considerata a buon diritto un germe cristallino e contiene in potenza tutte le forme possibili delle fasi quarzo, fra l'altro determina il senso del cristallo.

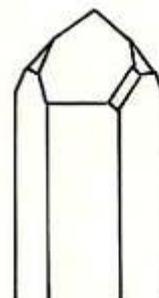


La cella elementare delle fasi quarzo ($Si_3 O_6$), con piccole differenze degli angoli di legame dovute alla temperatura passa dalla fase alfa alla beta. A sinistra è schematizzata una cella senza riportare gli atomi di ossigeno. A destra è riprodotta una cella completa rispettando le dimensioni atomiche. Le sfere nere sono di silicio, le bianche di ossigeno. Si deve ricordare che ogni atomo di silicio è legato a quattro mezzi atomi di ossigeno.

Se le condizioni fisiche e chimiche (temperatura, pressione, pH, salinità, ecc.) sono tali da favorirne la riunione, otterremo un continuo flusso delle molecole intorno al nucleo iniziale: esse si orienteranno tutte nello stesso preciso modo per affinità chimica ed elettrica e il cristallo aumenterà la capacità di attrazione degli ioni in relazione alla massa raggiunta.



Disegno della fase beta esagonale, sono conosciuti cristalli a botticella con un aspetto meno geometrico

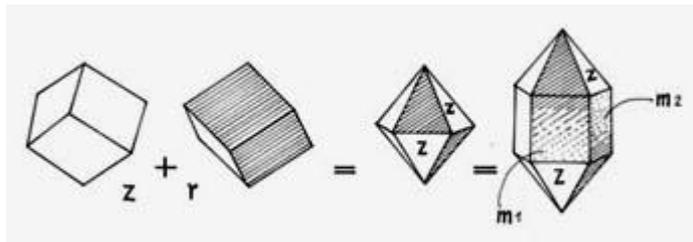


Disegno di cristallo della fase alfa, tipico delle fessure alpine

Se tutto avvenisse in condizioni ideali, otterremmo un cristallo modello, cioè un cristallo equidimensionale, "statistico" con tutte le facce alla stessa distanza dal centro. A questo punto possiamo introdurre delle variabili .

Il nucleo iniziale ha gli atomi in relazione geometrica fissa e ogni atomo in teoria può dar luogo a una faccia, ad uno spigolo o a un vertice; saranno le condizioni esistenti durante la cristallizzazione che privilegeranno una forma o l'altra, facendo sì che le molecole al pari di calamite si sistemano stabilmente in un punto preferenziale del cristallo, dando luogo ad una o più forme caratteristiche di quel preciso ambiente, determinando l'abito del quarzo.

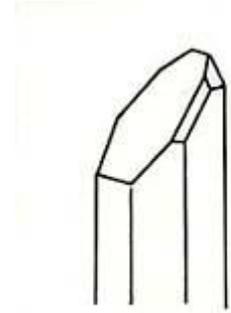
I cristalli sono corpi solidi geometrici tridimensionali. Per descrivere i solidi geometrici si utilizzano gli indici, (gli indici sono coordinate spaziali costruite sugli assi cristallografici che descrivono dei solidi geometrici semplici). Queste forme semplici associate compongono il cristallo. In letteratura per semplicità, gli indici sono sostituiti con lettere dell'alfabeto.



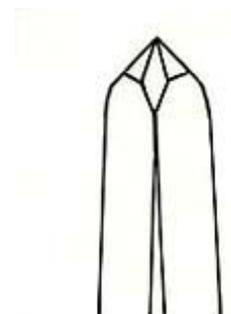
Esemplificazione dell'appartenenza delle facce principali del quarzo. Per somma e compenetrazione dei due romboedri di base "z" e "r" si dà luogo alla forma "troncata" pseudoesagonale bipyramidata ; la rigatura ci ricorda la diversità delle facce contigue che compongono la bipyramide e per questo definita trigonale. L'esagono è stato sviluppato dalla ripetizione in senso verticale della bipyramide, è anch'esso trigonale, perciò denominato "m1" e "m2", da notare la rigatura del disegno che chiarisce la relazione fra le facce di esagono contigui.

LA CRESCITA CRISTALLINA

Il quarzo è un solido risultante dalla unione (addizione) di forme geometriche semplici che si troncano a vicenda nella compenetrazione; in altre parole, dall'unione di due o più solidi semplici si ottiene un solido che è il risultato dell'addizione, questo solido complesso mostra solo ciò che fa parte del volume comune ad essi, il resto dei solidi semplici viene "tagliato" e scompare .



Cristallo con abito del Delfinato, così chiamati perchè caratterizzati per la prima volta su cristalli di quella zona ; sono detti anche "a becco di flauto".



Cristallo di quarzo con abito di Muzo, dal nome del primo riconoscimento.

Le facce più frequenti sono le superfici dove la densità strutturale è maggiore, le altre facce sono subordinate a condizioni particolari, compaiono nelle zone possibili del cristallo dove è minore (localmente) la concentrazione della silice che nutre l'accrescimento del cristallo .

E' rilevante notare che la cristallizzazione libera calore , ed in quantità uguale a quella che era necessaria a tenere in soluzione (in quelle condizioni chimiche) le molecole ormai facenti parte dell'individuo cristallino; perciò se per cambiamenti avvenuti nel sistema si è somministrato calore, il processo si inverte solubilizzando

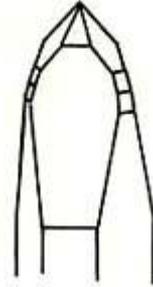
il cristallo in tutto od in parte.

Le variazioni di concentrazione, di velocità di flusso, di temperatura, di pressione, di chimismo, di materiale in sospensione, di adsorbimento, di diffusione, di capillarità ed altri ancora, sono tutti fattori che influenzeranno la crescita o la dissoluzione di ogni singolo punto della superficie .

La lunga storia del cristallo potrebbe essere letta nella sua morfologia se avessimo potuto fotografarne i vari stadi di crescita, però anche con qualche frammento di "fotogramma" possiamo raccogliere molte informazioni utili. Tutte le variabili sopra elencate, ed altre ancora , oltre alla crescita, influenzeranno anche gli errori cristallini.

Torniamo al nostro cristallo modello, Le condizioni ideali dovrebbero essere di lenta ma continua deposizione degli ioni presenti vicino alla superficie cristallina, essi, attratti da questa, ne fanno ormai parte. Tali ioni dovrebbero arrivare nelle vicinanze del cristallo senza flussi di direzione, ma per lenta e continua diffusione.

Nel depositarsi sulle superfici le molecole si orientano in modo da conservare la stessa disposizione caratteristica e diversa per ogni faccia " agganciando " le singole molecole in file ordinate .Il risultato sarà una superficie statisticamente perfetta, avente le stesse caratteristiche chimico-fisiche iniziali (perciò osservando un cristallo modello dovremmo "vedere" ingrandita proprio la cella elementare del quarzo !).



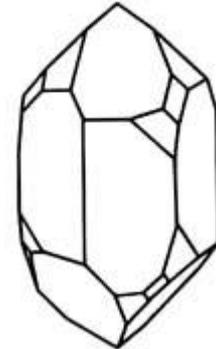
Lo sviluppo di facce che appuntiscono il cristallo formano cristalli di "abito alpino"; si formano nelle zone ricche di anidride carbonica con alte pressioni.



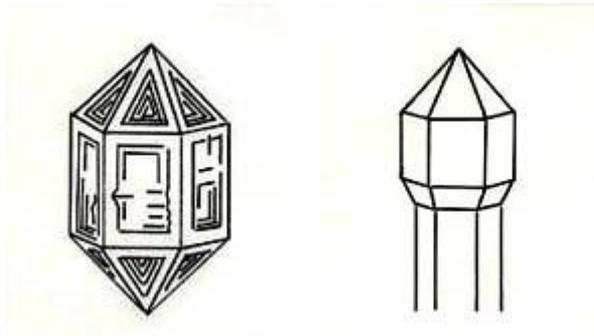
Esempio di cristallo a mosaico ,cioè formato da isole cristalline con diverso orientamento reciproco.

In questo continuo aumentare per aggregazione di "tessere", gli spigoli e i vertici sono privilegiati per la maggiore vicinanza alle particelle in movimento, ma l'ordine con cui queste si allineano e la maggiore forza di "aggancio" delle cavità, tendono a livellare le superfici, formando un edificio cristallino statisticamente senza difetti.

Le superfici del cristallo sono piani o spigoli di maggior densità atomica, formati da innumerevoli atomi dello stesso tipo, caricati elettricamente in modo uniforme sulle facce equivalenti e di tipo diverso sulle diverse facce. Perciò, se non intervengono fattori perturbanti, tutte le facce di uno stesso tipo si accresceranno nella stessa misura in funzione delle caratteristiche ambientali.



Cristallo "modello" idealizzato del quarzo di bassa temperatura di senso destro. Costruito con angoli razionali semplici mostra la simmetria trigonale.



Cristallo a tramoggia, provocato da crescita discontinua e da adsorbimenti superficiali di sostanze estranee.

Cristallo a scettro provocato dall'interruzione di alimentazione a causa di sostanze che avvolgevano la parte inferiore del cristallo.

Fattori perturbanti possono essere per esempio ioni estranei che per adsorbimento selettivo su alcune forme impediscono alla silice di accrescere quella faccia. Oppure che per ragioni chimico-fisiche possono "assomigliare" alla silice e quindi prenderne il posto in misura tanto maggiore quanto più tumultuosa e veloce è la crescita, creando dei difetti nel reticolo. Questi difetti a loro volta, possono provocare tensioni strutturali tali da determinare le geminazioni, magari con la complicità degli sbalzi di temperatura. Altro esempio può essere il repentino (relativo!) abbassamento della temperatura che determinerà la formazione di cristalli sottili in grande numero e con molti atomi spuri nell'edificio cristallino.



Esempio di cristallo divergente "a covone". Hanno una forma caratteristica che può variare secondo la località di provenienza.

L'interno del cristallo è stabile, formato da atomi disposti con ordine e reciprocamente saturati dalle forze di legame; non è così invece per la superficie che è la fine del cristallo e, come tutte le superfici di separazione in senso stretto, è dotata di caratteristiche particolari che variano secondo la disposizione degli atomi sulla superficie del cristallo.

Così adsorbimento selettivo, solubilità, cristallizzazione

epitattica, geminazione possono essere specificità di una determinata faccia .

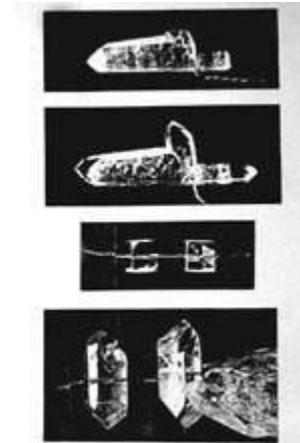
LA SINTESI

E' stato un professore dell'Ottocento, attivo all'università di Torino, il padre della sintesi idrotermale del quarzo. Il metodo da lui scoperto è stato la base indispensabile per la sintesi odierna che ne ha permesso l'utilizzo industriale di massa ; infatti il quarzo cristallino è indispensabile in molte tecnologie moderne ma le caratteristiche richieste per l'utilizzo tecnico avrebbero escluso la gran parte dei cristalli naturali .

Le indagini del prof. Giorgio Spezia erano rivolte a dipanare i segreti meccanismi (allora sconosciuti) di formazione dei cristalli naturali e delle loro alterazioni . Infatti in quei tempi erano conosciuti i risultati delle alterazioni , ma non le loro cause .

In quegli anni l'argomento crescita cristallina e le diverse condizioni per ottenerne i vari abiti era molto vivace fra i cristallografi. Le sperimentazioni per comodità vertevano quasi esclusivamente sui composti solubili . Altra questione dibattuta era il potere solvente dell'acqua in funzione delle differenti condizioni di pressione e temperatura .

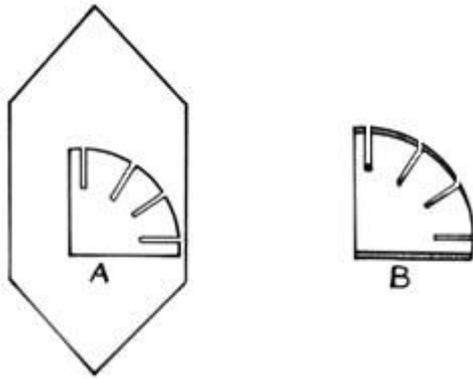
Lo Spezia, con altri, sosteneva che non era la pressione generata dal riscaldamento in un recipiente sigillato la diretta responsabile della solubilizzazione dei minerali sottoposti alla sperimentazione, ma il calore somministrato. Lo Spezia , partendo dalla constatazione del gradiente geotermico (3°C ogni 100 metri di profondità) e della pressione esistente all'interno della crosta terrestre, concluse che in profondità esistevano le condizioni per la solubilizzazione e la ricristallizzazione dei minerali .



Riproduzione delle foto originali di due risultati ottenuti da G. Spezia . Il primo in alto è un geminato del Giappone di Traversella perfettamente "riparato", nel secondo in basso si vedono due tronchetti di cristallo su cui è stato ottenuto il completamento delle punte .



Due cristalli sintetici colorati fatti crescere su lamine trasparenti e incolori tagliate secondo il cosiddetto pinacoide (0001) cioè trasversale all'asse "C". Nella foto è molto evidente il filo metallico di sostegno rimasto incorporato. Russia mm 50.



Schema di lavoro dei primi esperimenti dello Spezia su lamine di quarzo con incisioni a "ventaglio", tagliate parallelamente all'asse "C" (A).

Nel disegno di destra (B) è schematizzato il risultato. La parte in grigio evidenzia le parti cresciute sulla lamina sottoposta all'esperimento. (da Colomba ridisegnato)

Aveva anche notato che in un recipiente sigillato di vetro contenente una soluzione alcalina e riscaldato per alcuni giorni per delle prove, nella parte meno calda si erano formati dei piccolissimi cristallini di quarzo; giunse alla conclusione di sperimentare su questo minerale utilizzando una soluzione di silicato di sodio al 2%, arricchendo il miscuglio solvente con i sali che si trovavano normalmente nelle acque "juvanili" naturali.

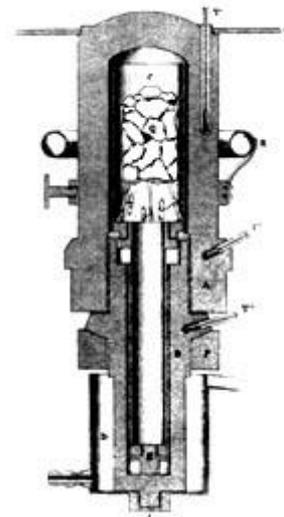
Notò anche che la composizione delle acque calde emesse dai "Geiser" erano ricche di silice. Dopo tutte queste considerazioni decise di fare i primi esperimenti di crescita su lamine di quarzo tagliate parallele all'asse "C" a cui aveva dato la forma di un ventaglio. In queste lamine erano stati praticati dei tagli a raggiera per verificare il comportamento nelle varie direzioni cristallografiche.

Stabilì così che : **"..nel quarzo si hanno due direzioni : l'una di minimo accrescimento normalmente all'asse di allungamento , l'altra di massimo accrescimento parallela a tale asse..."**.

Successivamente sperimentò con successo un apparecchio di sua progettazione per la crescita cristallina fatta sviluppare su sezioni di cristallo trasversali all'asse maggiore

Era praticamente un'autoclave di tipo moderno riscaldata da una parte e raffreddata dall'altra, al fine di provocare la ricristallizzazione di frammenti di quarzo immersi in una soluzione mineralizzatrice a base di silicato di sodio. Per questi esperimenti dilatò i tempi di trattamento; ebbe la costanza di tenere l'autoclave riscaldata per sei mesi con la fiamma del gas senza interrompere il processo.

Ottenne brillanti risultati che divulgò con articoli e fotografie esplicative su riviste scientifiche. Purtroppo i tempi delle sue scoperte erano prematuri e tutto finì nel dimenticatoio per almeno quaranta anni. Durante la seconda guerra mondiale per cercare di



Disegno originale pubblicato dallo Spezia su riviste specializzate. Illustra le caratteristiche della sua apparecchiatura per la prima sintesi del quarzo. Si nota il tubo ad anello usato come bruciatore per il gas, il cestello dei frammenti di quarzo e nella parte bassa la camicia di raffreddamento ad acqua. Siamo nel 1905!

sopperire alla scarsità di quarzo naturale necessario per il conflitto vennero ripresi gli studi per la sintesi .

Solo negli anni '50 si giunse ai primi risultati di uso industriale .La silice è separabile dalle soluzioni che la contengono sia in forma anidra (SiO_2) sotto forma di quarzo, sia in forma idrata ($\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3$) come gel di silice o acido silicico . La forma anidra (quarzo) cristallizza solo a temperature superiori ai 150°C circa , infatti se le temperature diminuiscono si separano patine silicee amorfe (idrate) di opale ialite .

Le soluzioni alcaline (meglio se arricchite di sale , prevalentemente cloruro di sodio) permettono a parità di temperatura una solubilizzazione di maggiori quantità di silice. La solubilità aumenta con la temperatura ed il massimo di solubilità si ha intorno ai pH 9-10 (piacca alcalino).

La sintesi moderna utilizza soluzioni molarali di Na OH (40 g di soda caustica per litro di soluzione): inizialmente si ottiene la solubilizzazione di una parte del quarzo formando silicati di sodio. Lo Spezia nei suoi esperimenti aveva effettivamente usato il silicato di sodio .

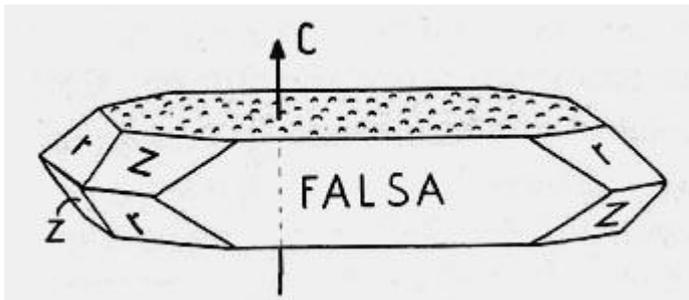


Sezione di cristallo sintetico ametista .Per evitare che eventuali bande di colore influiscano sulla qualità delle pietre , si

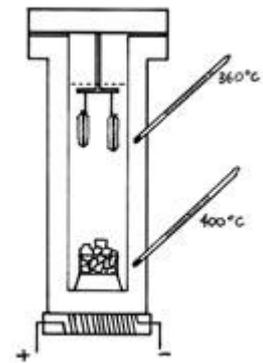


Cristallo interamente creato per sintesi, la lamina di accrescimento bleu, è sicuramente anch'essa sintetica. Russia mm 23

fanno accrescere parallele ad un romboedro. Russia mm 66



Disegno schematico di una tavoletta sintetica monocristallina ottenuta con una lamina seme di notevole superficie. Si osservano le facce corrispondenti completate. Le facce pinacoidali e la falsa non sono complete. E' visibile la direzione dell'asse "C".



Schema della robusta autoclave moderna utilizzata per la sintesi, la riga tratteggiata indica il livello del liquido presente, i due termometri le temperature ai due livelli, in basso è posizionato il cestello con i frammenti di quarzo, sotto al recipiente la resistenza elettrica riscaldante.

Le modifiche moderne apportate hanno permesso di accelerare la crescita dei cristalli utilizzati in molti campi dell'industria. (andare a SOMMARIO - STORIA per esempi sull'utilizzo). I parametri di temperatura oggi utilizzati (suggeriti dall'esperienza) sono fissati intorno ai 400°C nella zona di dissoluzione dei frammenti cristallini usati come nutrienti e di 360°C nella zona di cristallizzazione.

La differenza di temperatura creata all'interno del recipiente provoca dei movimenti di tipo convettivo, questi fluidi in movimento trasportano il materiale solubilizzato che cristallizza sui semi facendoli accrescere di circa un millimetro al giorno. Si potrebbe velocizzare il processo anche di dieci volte, ma si perderebbero le caratteristiche elettriche necessarie all'utilizzo.

Come semi sono utilizzate solitamente lamine tagliate trasversalmente all'asse "C", posizionate sospese nel liquido nella parte alta dell'autoclave. La pressione è dovuta alla quantità di liquido contenuto nel recipiente riscaldato, stabilito all'ottanta per cento del volume totale. La pressione ottenuta è di circa 1500 bars.

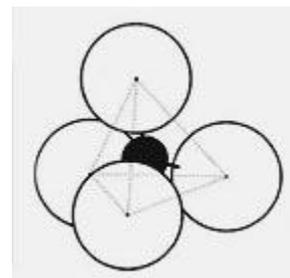


Cristallo quasi completato dal processo di sintesi. Russia mm 40.

STRUTTURA

La molecola del quarzo chimicamente è SiO_2 , comune a tutte le modificazioni della silice. Infatti Coesite, Keatite, Tridimite, Cristobalite, Stishovite nelle varie fasi di bassa, media o alta temperatura, hanno la stessa composizione chimica del Quarzo, la differenza è dovuta al modo spaziale di combinarsi del tetraedro $-\text{SiO}_2-$ a formare un "modulo" o cella elementare che è un multiplo della molecola ed è specifico per ogni fase; questo modulo per ripetizione enormemente grande formerà il cristallo.

Nella silice il silicio è sempre in coordinazione quattro con l'ossigeno ed è al centro di un tetraedro formato da quattro atomi di ossigeno (vedi figura a lato), ciascuno dei quali messo in comune con il silicio adiacente (condiviso con una valenza ciascuno) fino a formare un reticolo tridimensionale specifico e diverso per ogni fase, che potremmo chiamare modulo. Il "modulo quarzo" è **la cella elementare Si_3O_6** , comune come formula chimica ai due tipi di quarzo alfa e beta ma avente le celle elementari diverse fra loro per il diverso angolo formato dai tetraedri che le compongono. Le altre modificazioni della silice, avendo la cella elementare diversa, formano cristalli di diversa simmetria.



Disegno delle dimensioni relative degli atomi ossigeno (bianchi) e silicio (neri) che formano il tetraedro SiO_2 , (tratteggiato) della silice e della loro reciproca relazione; naturalmente gli atomi di ossigeno, qui sopra riprodotti come appartenenti ad un solo atomo, sono in realtà condivisi fra gli atomi di silicio adiacenti e concatenati ai vertici del tetraedro come riprodotti nel disegno a lato.



A sinistra è schematizzata una **cella elementare del quarzo** riprodotte i soli atomi di silicio, in pratica è un frammento di spirale trigonale vista dall'alto. A destra è completata annerendo il silicio e aggiungendo anche gli atomi di ossigeno, anzi i mezzi atomi di ossigeno per chiarire l'appartenenza dell'ossigeno agli atomi di silicio disegnati.

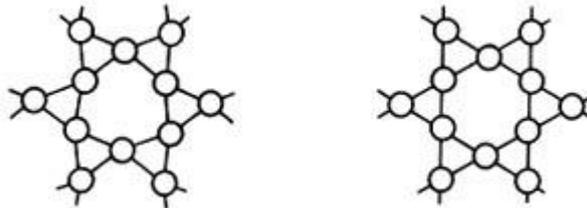
Per esempio, le principali fasi sono le seguenti: (con la rispettiva cella elementare)

- La **tridimite** che è esagonale e la cui cella è Si_4O_8 .
- La **cristobalite** che è cubica e la cui cella è Si_8O_{16} .
- La **coesite** che è monoclina e la cui cella è $\text{Si}_{16}\text{O}_{32}$.

La struttura del quarzo è caratterizzata da un edificio

cristallino molto compatto : motivo principale della sua durezza e scarsa sfaldabilità .

Schematizzando , si potrebbe rappresentarlo formato da un insieme giustapposto e ordinato di sfere di dimensioni maggiori dell'ossigeno nei cui spazi vuoti si annidano sfere di dimensioni minori costituite dagli atomi del silicio.



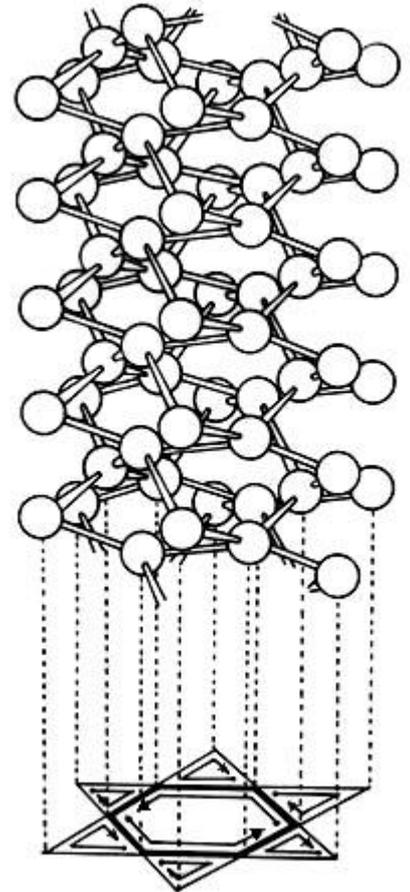
Disposizione dei moduli quarzo nelle rispettive fasi :alfa (disegno a sinistra) e beta (a destra) . Unendo con una linea gli atomi di silicio si ottiene il disegno di una stella simile a quella riprodotta alla base dell'altro disegno qui a destra .

Tale struttura ha un andamento a spirali doppie e semplici , compenstrate in modo tale da essere contemporaneamente destre e sinistre .L'edificio cristallino nella direzione dell'asse ottico è formato da spirali triangolari semplici di un senso che danno luogo , compentrandosi , a spirali esagonali a doppio passo di senso inverso che determinano il senso del cristallo.

In altre parole la sezione di una di tali spirali doppie , formata dalla associazione di sei spirali semplici , potrebbe assomigliare ad una stella a sei punte , in cui la parte centrale esagonale a doppia spirale di tetraedri di Si O₂ che si svolgono in un senso , è formata dall'unione di sei spirali semplici triangolari di senso contrario.

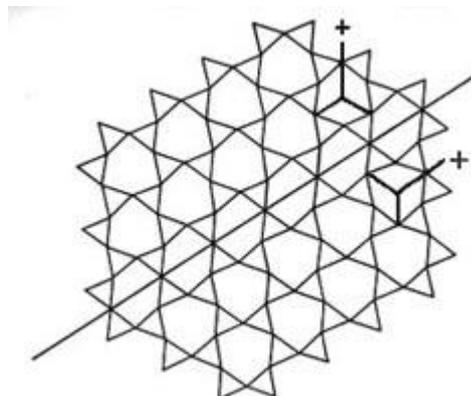
La struttura trigonale del quarzo alfa è caratterizzata dalla possibilità di tramutarsi in struttura esagonale del quarzo beta, semplicemente somministrando energia sotto forma di calore ,che provoca piccole ma significative variazioni dell'angolo di legame silicio-ossigeno. Infatti a differenza delle altre fasi della silice in cui si verificano rotture dei ponti silicio-ossigeno(dovute al cambiamento della densità) nella trasformazione del quarzo da beta ad alfa e viceversa si ha solo una leggera modifica degli angoli di legame .

Il passaggio è quasi istantaneo a 573°C con assorbimento di calore e si mantiene tale finchè la temperatura resta fra i 573° e gli 870 °C . Al raffreddamento la struttura riassume la simmetria trigonale del quarzo alfa , restituendo il calore di legame ed assumendo la stessa polarità assiale in tutto o in parte, oppure quella contraria (la polarità, non il senso del cristallo!) in funzione di un nuovo equilibrio cristallino . Pertanto da un cristallo geminato del Delfinato , dopo riscaldamento in opportune



Disegno che riproduce la struttura del quarzo .Per motivi di chiarezza sono stati disegnati solo gli atomi di silicio . La proiezione sul piano mostra l'andamento di un cristallo destro ; al centro è schematizzata la proiezione di una spirale esagonale a doppio passo formata dall'unione di sei spirali semplici di senso contrario .

condizioni , si potrà ottenere sia un cristallo non geminato sia un geminato della stessa legge con aspetto di geminazione diverso dall'iniziale (geminazione secondaria).



Disegno riprodotto il confine di geminazione della legge del Delfinato. In due "stelle trigonali" della struttura sono schematizzate le polarità ; come si può osservare la posizione reciproca della polarità positiva è spostata di 60° con lo stesso senso di rotazione.

esso tipo di geminazione si può ottenere anche per deformazione del reticolo , causata da pressione prolungata su di un cristallo o su di una sua sezione . Come tutti i minerali , il quarzo ospita nell'edificio cristallino atomi spuri, cioè atomi estranei entrati in soluzione solida a causa delle dimensioni e delle affinità chimiche possedute . Tali atomi, se sono "accettati" dal reticolo cristallino, si annidano in esso provocando discontinuità nel reticolo . Questi difetti possono provocare geminazioni , dislocazioni , ed anche essere la causa iniziale del colore.

Data--

1/12/01---31/01/2007--07/12/2007

Il componente fondamentale delle rocce:

Il silicio, che con l'ossigeno è l'elemento più abbondante sulla crosta terrestre, non si trova in natura allo stato libero bensì sotto forma di silice (SiO₂) e di silicati di più o meno complessa, formula chimica.

Questo elemento, il cui nome deriva dal termine silex con cui i latini chiamavano il biossido di silicio (SiO₂), usato fin da allora per la fabbricazione dei vetri, è uno dei componenti fondamentali delle rocce.

Solo nel 1823 Berzelius riuscì a ottenere l'elemento libero riscaldando il fluosilicato di sodio Na₂SiF₆ con sodio metallico secondo la reazione



Oggi si conoscono molte altre reazioni per ottenere il silicio elementare e a questo proposito è interessante notare che esso presenta, secondo le diverse preparazioni, aspetto diverso a causa della differente grandezza delle particelle: esiste infatti sia cristallino sia amorfo.

Quest'ultima forma studiata ai raggi X ha rivelato, in realtà, una struttura microcristallina identica

	<p>all'altra.</p> <p>Cristallizza nel sistema cubico e i suoi cristalli sono neri, splendenti e, nella forma, simili a quelli del diamante.</p> <p>Quando viene scaldato all'aria brucia con incandescenza dando SiO_2, con il fluoro reagisce energeticamente combinandosi già a temperatura ordinaria per formare SiF_4 (tetrafluoruro di silicio), mentre con gli altri elementi reagisce solo ad alta temperatura. Tranne che in pochissimi casi esso è presente nei composti con numero di ossidazione + 4; appartiene infatti al secondo periodo, IV gruppo B, caratterizzato dalla tetravalenza degli elementi.</p> <p>Attualmente viene usato come disossidante degli acciai e delle leghe del rame e per preparare particolari acciai al ferrosilicio che, pur essendo poco duri, vengono usati nella costruzione di macchine elettriche (per esempio per i nuclei dei trasformatori).</p>
<p>Composti ossigenati del silicio:</p>	<p>Il silicio presenta la caratteristica, cui è legata la sua grande importanza nel regno minerale, di formare catene, cioè strutture fibrose, laminari o tridimensionali, in cui gli atomi di silicio sono uniti tra di loro da atomi di ossigeno.</p> <p>Fra questi composti con l'ossigeno si ha il biossido di silicio (SiO_2).</p> <p>È il solo ossido di questo elemento che si rovi in natura e, cristallizzando in modi diversi, dà luogo a molte varietà di minerali.</p> <p>Le sue modificazioni cristalline principali sono quarzo α (trigonale), quarzo β (esagonale), tridimite (rombica) e cristobalite tetragonale). (Il nome di quest'ultima modificazione deriva dal monte Cristobal nel Messico.)</p> <p>I cristalli di quarzo α, tagliati in maniera opportuna, posseggono la proprietà di far ruotare il piano della luce polarizzata.</p> <p>Questo fenomeno è legato all'esistenza di due forme enantiomorfe, cioè di due forme che stanno fra loro come un oggetto e la sua immagine speculare; esse deviano il piano della luce polarizzata una verso destra e l'altra verso sinistra.</p> <p>Esistono inoltre molte varietà di quarzo diversamente colorate perché contengono impurezze di altri elementi: bruno è il quarzo affumicato, violetta l'ametista, nero o bianco l'onice; diversamente colorati sono l'occhio di gatto, il quarzo capelli di Venere e il diaspro il cui colore rosso è causato da piccole quantità di ossido ferrico (Fe_2O_3).</p> <p>Varietà di silice amorfa anidra e idrata sono l'agata e l'opale la cui iridescenza è dovuta a piccole inclusioni di $\text{CaCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (aragonite).</p> <p>La pietra focaia (silice amorfa) era usata un tempo, sfregandola con pirite, per accendere il fuoco.</p> <p>Quasi tutte le piante contengono piccole quantità di silice e così pure le ali dei volatili. Anche nel tessuto connettivo e nell'umore vitreo dell'occhio ne sono state trovate tracce.</p>
<p>Usi del biossido di silicio:</p>	<p>La silice fusa raffreddata non troppo lentamente rimane amorfa, vetrosa e per questo motivo viene chiamata, anche se impropriamente, vetro di quarzo.</p> <p>Essa serve per costruire crogioli, marracci e alcuni particolari termometri adatti a resistere bene a temperature molto alte (1600°) e a grandi sbalzi di temperatura; infatti anche se scaldati al rosso possono essere subito immersi senza rompersi non solo in acqua, ma anche in aria liquida.</p> <p>Questa proprietà così caratteristica può essere spiegata in base al coefficiente di dilatazione molto piccolo posseduto da tale varietà di quarzo.</p> <p>La grande resistenza del biossido di silicio alla trazione e la regolarità nella torsione permettono di tirarlo in fili assai sottili e di usarlo, pertanto, nelle bilance a torsione.</p> <p>La maggior quantità di biossido di silicio è però consumata nelle industrie di vetro, porcellane e laterizi.</p>

CROGIOLO DI QUARZO A CAPSULA - A causa del piccolissimo coefficiente di dilatazione posseduto dalla silice fusa e raffreddata non troppo lentamente, per cui rimane amorfa e vetrosa, si possono costruire, con questa varietà di quarzo (detta anche, benché impropriamente, vetro di quarzo), crogioli, capsule, matracci e particolari termometri adatti a resistere a temperature elevatissime.

4



Acidi silicici e silicati:

Per idratazione del biossido di silicio si possono ottenere numerosi acidi silicici di cui vengono qui riportati solo i più importanti.

1) Acido ortosilicico H_4SiO_4 da cui derivano molti minerali fra i quali: $Al_2(F,OH)_2SiO_4$ ovvero il noto topazio di colore giallo oppure incolore; $(Mg,Fe)_2SiO_3$ olivina, così chiamata per il suo colore dovuto alla presenza di ferro bivalente;

$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$ almandino rosso che è una varietà di granato; (campione mineralogico n°13 scheda n° 9 nel Museo del Liceo Scientifico Avogadro)

$H_2KAl_2(SiO_4)_3$ muscovite, il cui nome deriva dalla città di Mosca, dove un tempo le finestre erano costruite per la maggior parte, con questo silicato; (campione mineralogico n°33-120 scheda n° 26 nel Museo del Liceo Scientifico Avogadro)

2) Acido metasilicico H_2SiO_3 da cui proviene il minerale noto col nome di berillo $Be_3Al_2(SiO_3)_6$ (campione mineralogico n°4 scheda n° 4 nel Museo del Liceo Scientifico Avogadro)

Acido metadisilicico $H_2Si_2O_5$, cui sono riconducibili la petalite $LiAl(Si_2O_5)_2$

, il serpentino $Mg_3(OH)_4Si_2O_2$ (campione di rocce n°19-23 scheda n° 17 nel Museo del Liceo Scientifico Avogadro)

e il caolino $Al_2(OH)_4Si_2O_5$;

4) Acido metatrisilicico $H_4Si_3O_8$ dal quale deriva il comune ortoclasio $KAlSi_3O_8$ (campione mineralogico n°148 scheda n° 104 nel Museo del Liceo Scientifico Avogadro)

E' importante notare che spesso il silicio è sostituito in natura da Al, Be, B dando così luogo ad alluminosilicati, berillosilicati e borosilicati.

Sempre di sostanza silicea è la farina fossile o tripoli (formata da scheletri di diatomee e radiolari);

dotata di alto potere assorbente è usata per preparare dinamite facendo assorbire in essa la nitroglicerina e, a causa della sua durezza, per pulire metalli.

Classificazione dei silicati in base alla struttura cristallina:

Abbiamo classificato i vari silicati in base alla loro formula chimica la quale peraltro non spiega la diversa durezza che si riscontra in essi.

Si deve ai raggi X e in particolare agli studi compiuti da Bragg la spiegazione di questo fenomeno.

I principali gruppi di silicati naturali si possono ora suddividere in varie classi secondo la disposizione spaziale degli atomi nel reticolo cristallino.

Vi sono silicati con struttura a cornice formanti reticoli tridimensionali dove il gruppo $(\text{SiO}_4)_4$ è spesso sostituito da $(\text{AlO}_4)_5$ come per esempio nei feldspati, alluminosilicati di potassio e sodio i quali da soli costituiscono il 50% della crosta terrestre.

Il già citato ortoclasio appartiene appunto alla famiglia dei feldspati.

In questo caso i quattro ossigeni posti ai vertici del tetraedro $(\text{SiO}_4)_4^-$ sono impegnati con altrettanti tetraedri $(\text{SiO}_4)_4^-$ adiacenti.

Si ha in questo modo una disposizione tridimensionale. _

Vi sono silicati lamellari o a reticoli piani stratificati in quanto ogni tetraedro $(\text{SiO}_4)_4$ è collegato, tramite 3 atomi di ossigeno, ad altri tre tetraedri.

Il quarto ossigeno, posto perpendicolarmente al piano formato dagli altri tre, può essere saturato con un catione metallico.

Si ottiene così una struttura lamellare o a piani stratificati.

A questo tipo di silicati appartengono le miche (fra le quali è compreso, per esempio, il talco $(\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) che sono facilmente sfaldabili secondo questi piani.

Nei silicati con struttura a catena e a nastro ogni tetraedro $(\text{SiO}_4)_4^-$ è legato a un altro tetraedro tramite uno spigolo (cioè mediante due soli atomi di ossigeno), con ripetizione all'infinito (questo è il caso dei pirosseni che sono rocce eruttive) oppure tramite una faccia (gli anfiboli ne sono un esempio caratteristico).

Infine vi sono silicati a struttura insulare come per esempio il berillo dove 6 tetraedri $(\text{SiO}_4)_4^-$ sono legati tra loro vertice a vertice formando in tal modo un anello.

Da quanto detto deriva la diversa durezza dei vari silicati, che dipende dal tipo di legame tra gruppi tetraedrici $(\text{SiO}_4)_4^-$, e la loro sfaldabilità facile lungo i piani in cui il numero di legami tra i vari anioni è piccolo.

Così, per esempio, gli ortosilicati sono difficilmente sfaldabili a causa della loro disposizione tridimensionale al contrario del già citato talco facilmente sfaldabile.

Altri composti del silicio:

Attualmente alcuni derivati del silicio stanno conquistando un' importanza primaria nel campo industriale.

Primi tra questi sono quelle numerose varietà di composti organici del silicio chiamati siliconi, sostanze di aspetto oleoso o resinoso o elastico, oggi molto sfruttati come oli lubrificanti e come sostituenti della gomma.

Resistono molto bene al calore e sono chimicamente inerti rispetto alle parti metalliche con cui vengono a contatto.

Questi composti sono caratterizzati da legami Si-C e Si-O-Si.

Un altro composto è il carborundum (SiC) caratterizzato da una durezza eccezionale superiore anche a quella del diamante e da una resistenza a temperature altissime.

L'acido esafluosilicico H_2SiF_6 , noto solo in soluzione acquosa, si ottiene idratando SiF_4 .

I suoi sali vengono usati per rendere inattaccabili materiali calcarei porosi, come disinfettanti, insetticidi e come opacizzanti nell'industria degli smalti.

Il silicio ha un'importanza straordinaria nell'industria del vetro, delle ceramiche e del cemento.

Il vetro, che veniva già fabbricato 5000 anni fa, è costituito essenzialmente da silicati alcalini e silice in eccesso con l'aggiunta di una certa quantità di ossidi alcalino-terrosi o terrosi.

La loro composizione è variabile e per questo motivo si possono considerare delle soluzioni.

I vetri non hanno un punto di fusione ben definito, presentano un ampio intervallo di rammollimento dimostrando così la loro struttura non cristallina.

Oggi si prepara una vastissima gamma di vetri dalle proprietà e per gli usi più svariati, dai vetri per bottiglia a quelli per ottica, da quelli ornamentali (colorati con aggiunte di impurezze metalliche) a quelli infrangibili per vetrine e di sicurezza per automobili.

Anche l'industria della ceramica è molto antica.

I prodotti possono essere distinti in porcellane, terraglie, maioliche e laterizi.

Il materiale di partenza di queste industrie è il silicato idrato di alluminio ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) che allo stato puro forma il minerale caolinite e, più o meno impuro di ferro, forma le argille.

Questi minerali, impastati con acqua, sono dotati di notevole plasticità. Possono quindi essere modellati e cotti.

Durante la cottura il materiale si disidrata e forma silicati stabili ad alte temperature cementando tutta la massa.

I prodotti più nobili di questa serie sono le porcellane che non contengono impurezze di ferro e sono semitrasparenti.

Esse vengono impiegate, oltre che per usi ornamentali, nelle industrie e nei laboratori, nonché per fare isolatori elettrici.

Le terraglie e le maioliche sono prodotti meno pregiati, usati per fabbricare oggetti artistici e stoviglie. Nei laterizi sono compresi i vari tipi di mattoni e tegole che si preparano cuocendo l'argilla naturale; il loro colore deriva dall'ossido ferrico.

Usando materiali più puri si ottengono mattoni refrattari che resistono ad alte temperature e vengono usati per rivestire internamente i forni.

I cementi hanno un'importanza fondamentale nel mondo moderno.

Si ottengono cuocendo in opportuni forni ruotanti e alla temperatura di $1300^{\circ}1400^{\circ}C$ delle miscele naturali o artificiali di argilla e calcare.

Il materiale (clinker) parzialmente fuso che esce dal forno viene finemente macinato.

Il normale cemento detto Portland, nome che gli fu dato nel 1824 per le sue analogie di purezza e di aspetto con la pietra inglese di Portland, ha la seguente composizione: 60 % CaO , 25 % SiO_2 , 5 % - 10 % Al_2O_3 e quantità variabili di Fe_2O_3

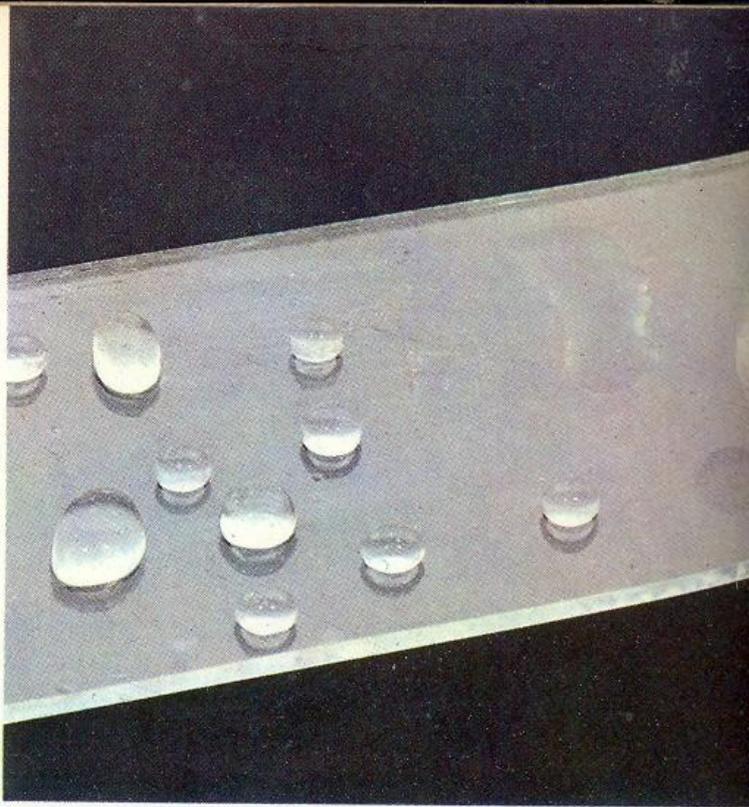
Il processo di cottura consiste nel far perdere tutta l'acqua al materiale originario. con formazione di silicati e alluminati stabili ad alta temperatura.

Il processo di presa invece, che si verifica impastando il cemento con acqua, consiste in una complicata serie di reazioni di idratazione e idrolisi dei silicati formati in cottura con il risultato di formare una massa compatta e resistente.

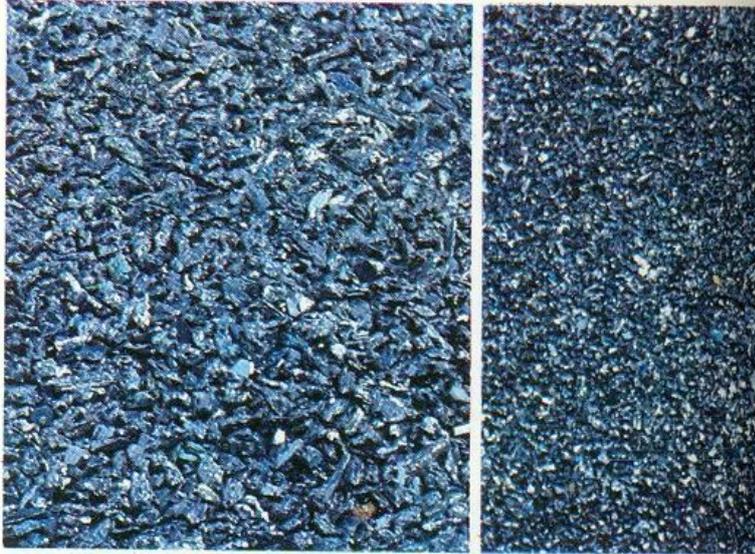
Anche i cementi sono suddivisi in molti tipi con caratteristiche chimiche e meccaniche diverse.

Si differenziano sia per la rapidità di presa sia per l'elevata resistenza ai carichi e per la durata sotto acqua.

fa



14b



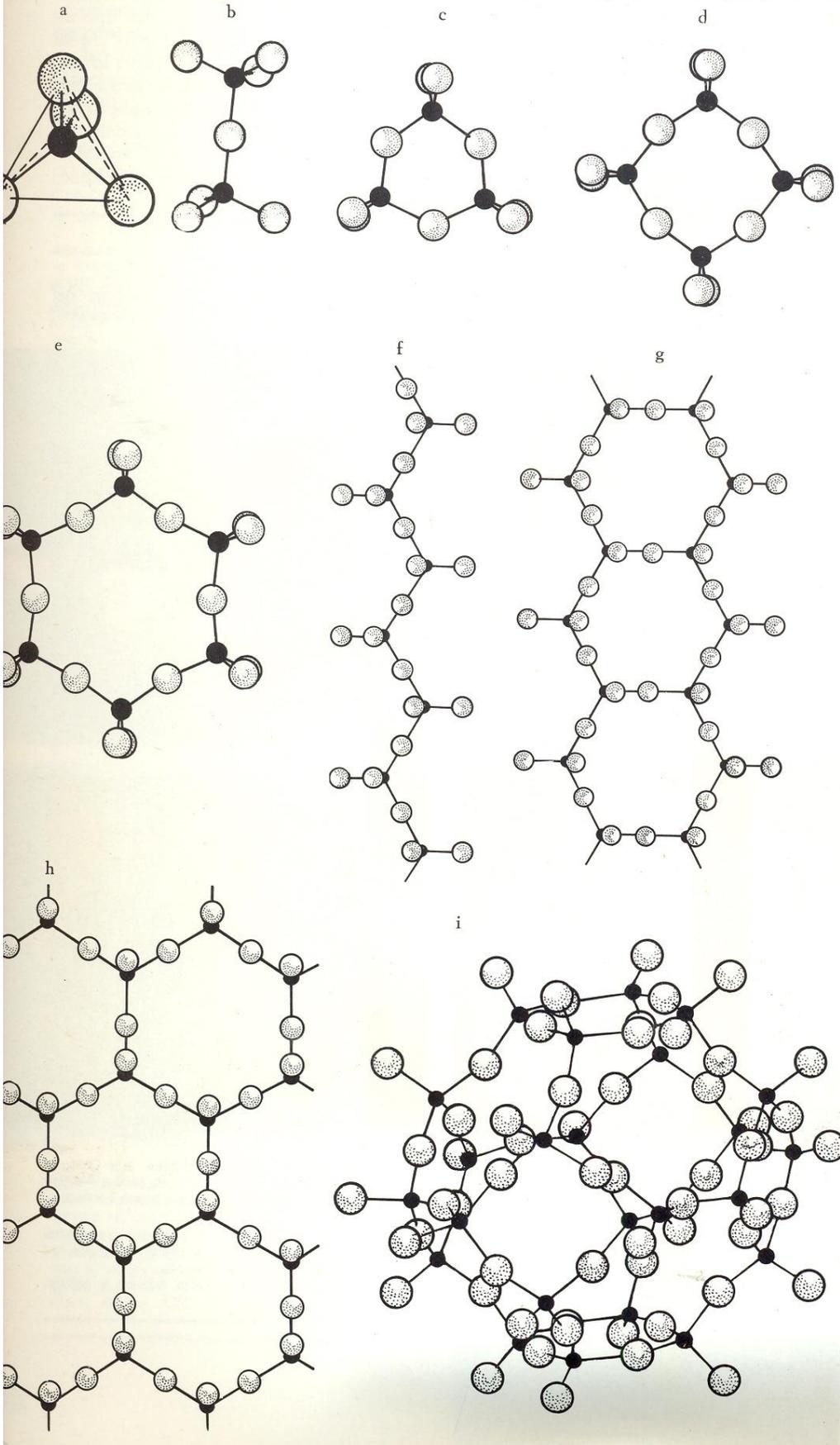
VETRO AL SILICONE E CARBURO DI SILICIO -

Fra i composti organici del silicio molto usati sono i siliconi, sostanze dall'aspetto oleoso o resinoso o elastico, sfruttati come oli lubrificanti e come costituenti della gomma.

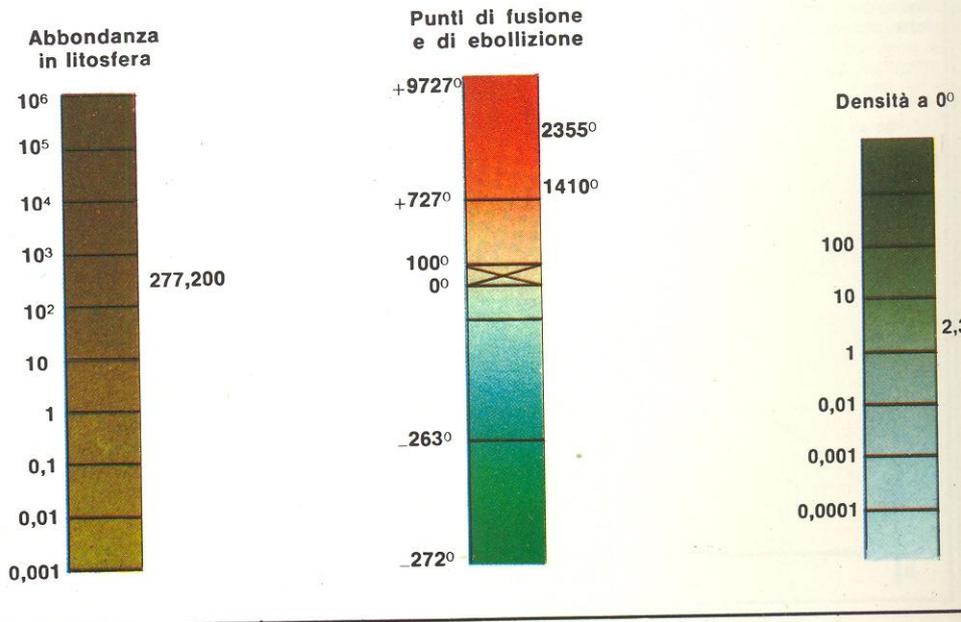
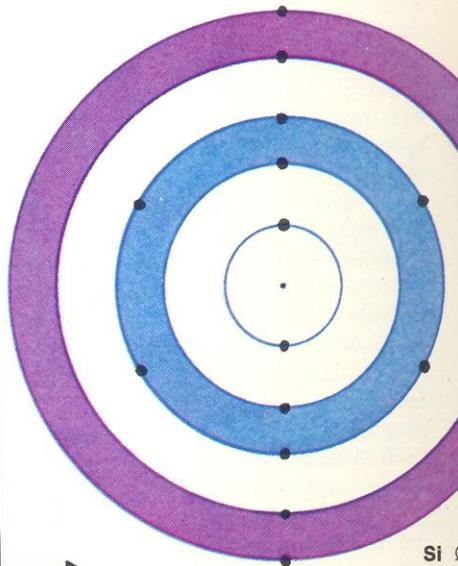
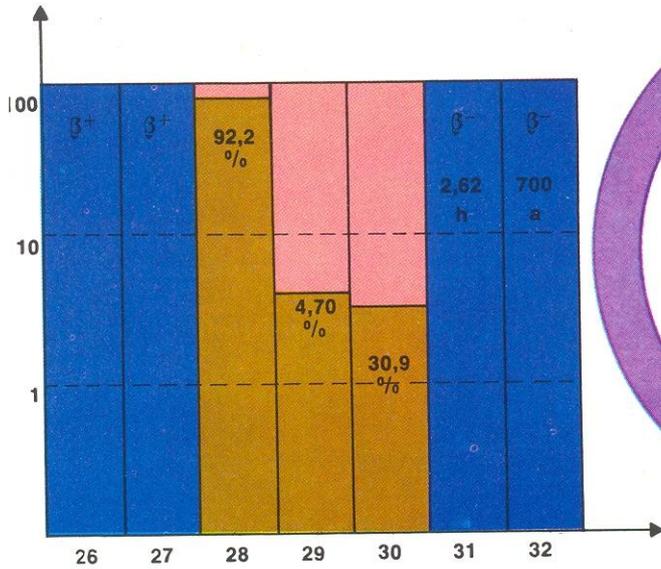
In fotografia a vediamo un vetro trattato in parte al silicone: su di esso l'acqua non si spande come sulla parte priva di silicone, ma scorre formando goccioline sferiche. In b un composto del silicio, il carburo di silicio o carborundum, è rappresentato con due diverse granulazioni.

CLASSIFICAZIONE DEI SILICATI - In a è rappresentato il tetraedro semplice (SiO_4^{4-}). Le dimensioni dell'ossigeno e del silicio sono state falsate perché nella realtà l'ossigeno ha un diametro quattro volte maggiore di quello del silicio. I tetraedri possono unirsi a coppie mediante un vertice (b); questa forma si ritrova nella calamina. c, d, e sono raggruppamenti di tetraedri nei ciclo-silicati. Un esempio di tale struttura è il berillo.

f rappresenta una catena semplice di tetraedri negli inosilicati, per esempio nei pirosseni. g è invece una catena doppia di tetraedri caratteristica degli anfiboli. h rappresenta uno strato planare di tetraedri caratteristico di miche e di materiali argillosi. i è una struttura molto più complessa; infatti è un raggruppamento tridimensionale di tetraedri che si ritrova soprattutto nei feldspati (ortoclasio).



ISOTOPHI STABILI E INSTABILI, CONFIGURAZIONE ELETTRONICA, PROPRIETÀ FISICHE E ABBONDANZA IN NATURA DEL SILICIO.



La valenza

Pensiamo, per un momento a un fluido aeriforme costituito da atomi vaganti nello spazio, che non reagiscono gli uni con gli altri se non casualmente, quando incontrandosi si urtano. Si presenta con molta evidenza la differenza che intercorre fra questa immagine e il mondo reale in cui viviamo. L'universo è costituito in buona parte da oggetti di una certa compattezza, e la nostra Terra, che tiene stretti a sé la maggioranza degli atomi di cui è composta in un agglomerato quasi sferico, non fa certamente eccezione. Quali forze condizionano il mondo a essere diverso dal caos? In buona parte si tratta di azioni a distanza che ciascun atomo esercita sui suoi vicini, dei quali a sua

volta subisce l'influenza, almeno entro un certo raggio: non esiste quindi alcuna «incomunicabilità» nel mondo degli atomi.

Essi hanno la capacità di legarsi fra loro: formano cioè dei «legami chimici».

Ogni atomo, considerato isolatamente, possiede questa capacità in modo potenziale, che si esprime dicendo che gli atomi hanno una «valenza» relativamente ad altri atomi.

Quest'ultimo termine si adotta specialmente quando si parla della capacità di legame in termini quantitativi; per esempio, un atomo di carbonio C può circondarsi di quattro atomi di idrogeno H, legandosi strettamente con essi per formare la molecola del metano CH_4 ; si dice allora che il carbonio ha valenza quattro rispetto all' idrogeno (fig. 1).

Attraverso la formazione di legami chimici, gli atomi si riuniscono in aggregati che possono essere di dimensioni diversissime.

L'aggregato più piccolo è la molecola dell'idrogeno gassoso (fig. 2), costituita da due atomi. Il n° aggregato di estensione indefinita è un cristallo di quarzo (fig. 3), con formula chimica SiO_2 ; in esso ogni atomo di silicio si trova al centro di un tetraedro i cui vertici sono occupati da atomi d'ossigeno, ognuno dei quali appartiene a un altro tetraedro analogo, e così via per tutta l'estensione del cristallo (in un cristallo di quarzo di 1 mm^3 si hanno milioni di tetraedri tutti concatenati fra loro).

Il nome di « molecole» viene generalmente riservato a quegli aggregati di atomi in cui le forze fra atomi diversi, collegati fra loro, sono notevoli e, grosso modo, di intensità simile; queste forze di legame vengono chiamate «forze interatomiche».

Esempi di forze interatomiche sono quelle che si esercitano fra carbonio e idrogeno nella molecola del metano, fra idrogeno e idrogeno nella molecola dell'idrogeno gassoso; fra silicio e ossigeno in un cristallo di quarzo.

In base alla nostra definizione di molecola, un cristallo di quarzo dovrebbe costituirne uno degli esempi più perfetti, dato che nel suo interno tutti i legami sono intensi e dello stesso tipo: quando però una molecola diventa così gigantesca, si preferisce usare espressioni come «edificio molecolare» e simili.

Mentre in taluni casi la formula chimica rappresenta effettivamente la struttura della molecola (vedi esempio del metano), in altri le cose non stanno in questo modo. Una formula chimica molto semplice, come quella del quarzo, SiO_2 , potrebbe far pensare a una molecola altrettanto semplice, costituita da un atomo di silicio circondato da due atomi di ossigeno, mentre abbiamo già visto che non è così. Questi concatenamenti complessi, dei quali la formula chimica non riesce a rendere l'idea, sono molto frequenti nei composti allo stato solido.

Gli atomi che costituiscono le molecole non esauriscono tutte le loro capacità di legame all'interno delle molecole stesse; queste infatti possono ancora aggregarsi fra loro con forze residue più deboli di quelle interatomiche, chiamate «intermolecolari». La differenza fra questi due tipi di forze è solo nella intensità e non esistono confini ben definiti fra le une e le altre.

La coesione e la rigidità dei corpi solidi sono assicurate a volte dall'esistenza di intense forze interatomiche che formano un unico edificio molecolare; è questo il caso non solo del quarzo, ma anche del cloruro sodico NaCl (fig. 4), in cui ogni atomo di sodio è circondato a distanze uguali da sei atomi di cloro (e viceversa) in un edificio altamente simmetrico ecc.

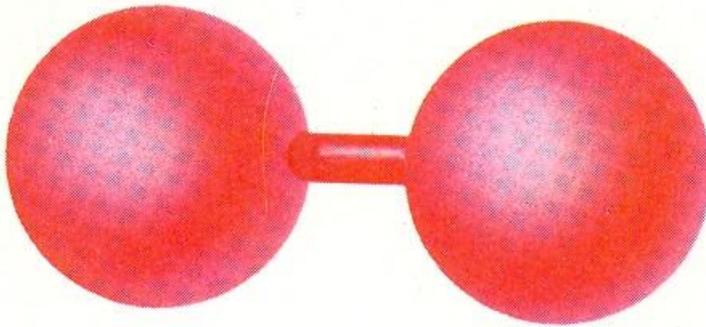
In altri casi gli atomi si riuniscono in molecole, le quali intrecciano legami intermolecolari fra loro, assicurando così la stabilità del corpo solido (solido molecolare).

Il foglio su cui leggete è compatto e non si sbriciola grazie alle forze intermolecolari che si esercitano fra le singole molecole di cellulosa che lo costituiscono (fig. 5) e sono proprio legami di questo tipo

che vengono spezzati quando si strappa un foglio o si rompe un oggetto qualsiasi: la frattura si verifica sempre a livello dei legami più deboli che oppongono minore resistenza.

MOLECOLA DELL'IDROGENO - Due atomi di idrogeno uniti tra loro da un legame di natura covalente costituiscono la molecola del gas idrogeno.

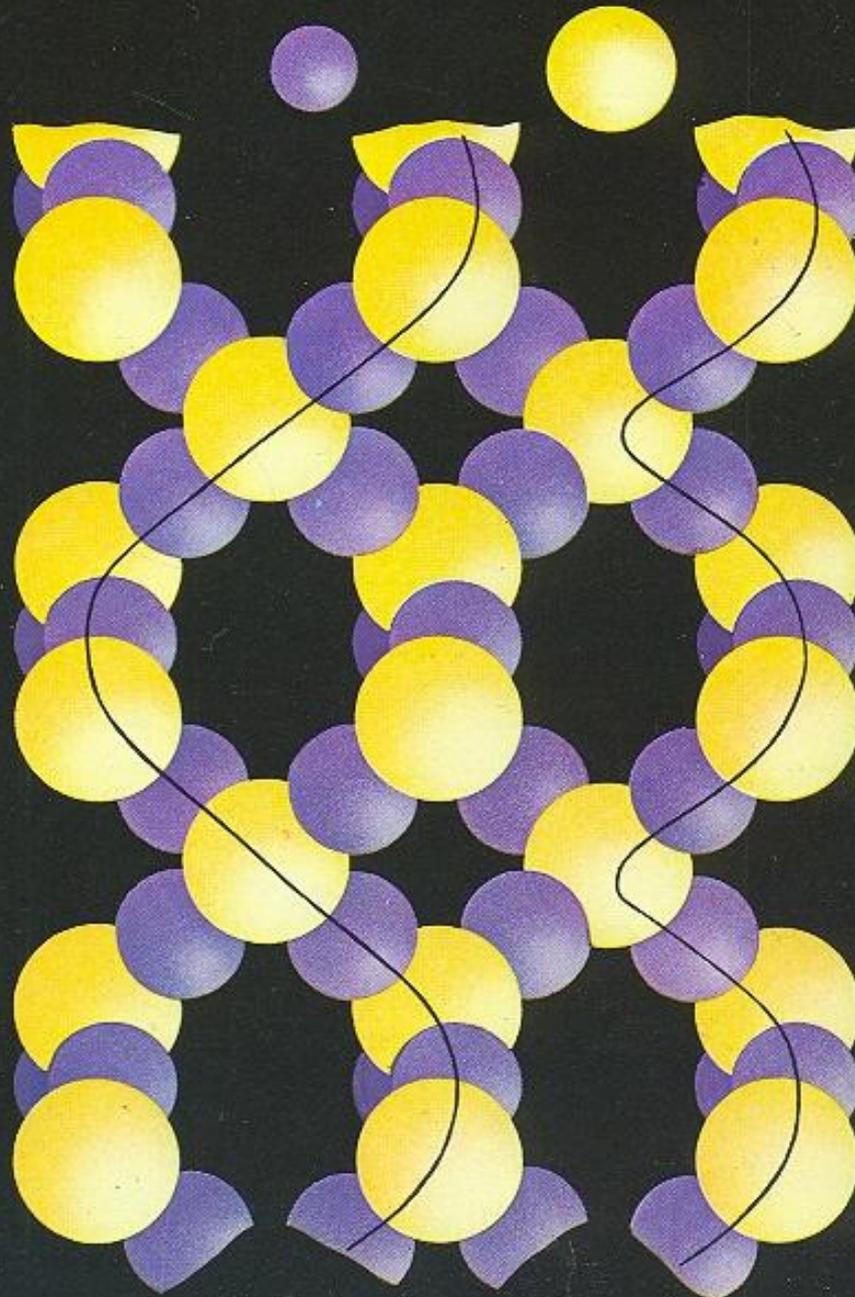
2



IL QUARZO-BETA - In un cristallo di quarzo (SiO_2) ogni atomo di silicio (viola nella figura) è posto al centro di un tetraedro, i cui vertici sono

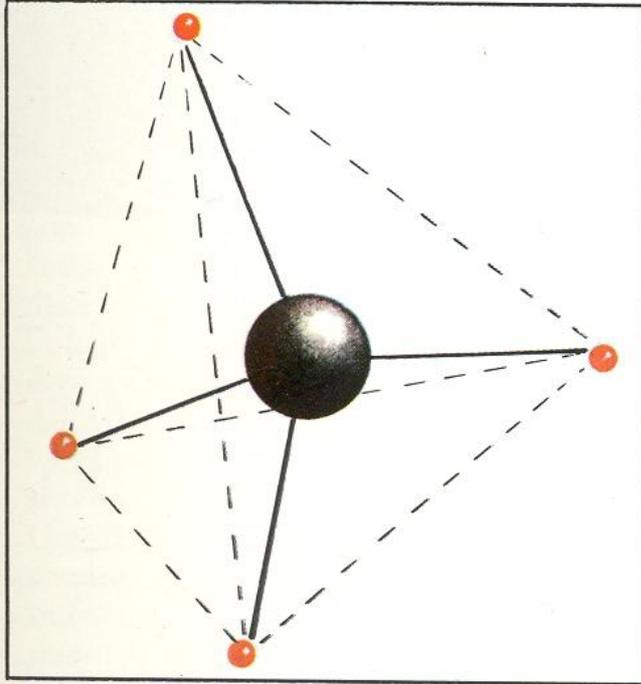
occupati da atomi d'ossigeno (rappresentati in giallo) ognuno dei quali appartiene a un altro tetraedro analogo; e così via per tutto il cristallo.

3



MOLECOLA DEL METANO - L'atomo di carbonio è circondato da quattro atomi di idrogeno, uniti mediante altrettanti legami semplici. Gli atomi di idrogeno occupano ognuno i vertici di un tetraedro regolare, segnato con la linea tratteggiata, al centro del quale è situato l'atomo di carbonio.

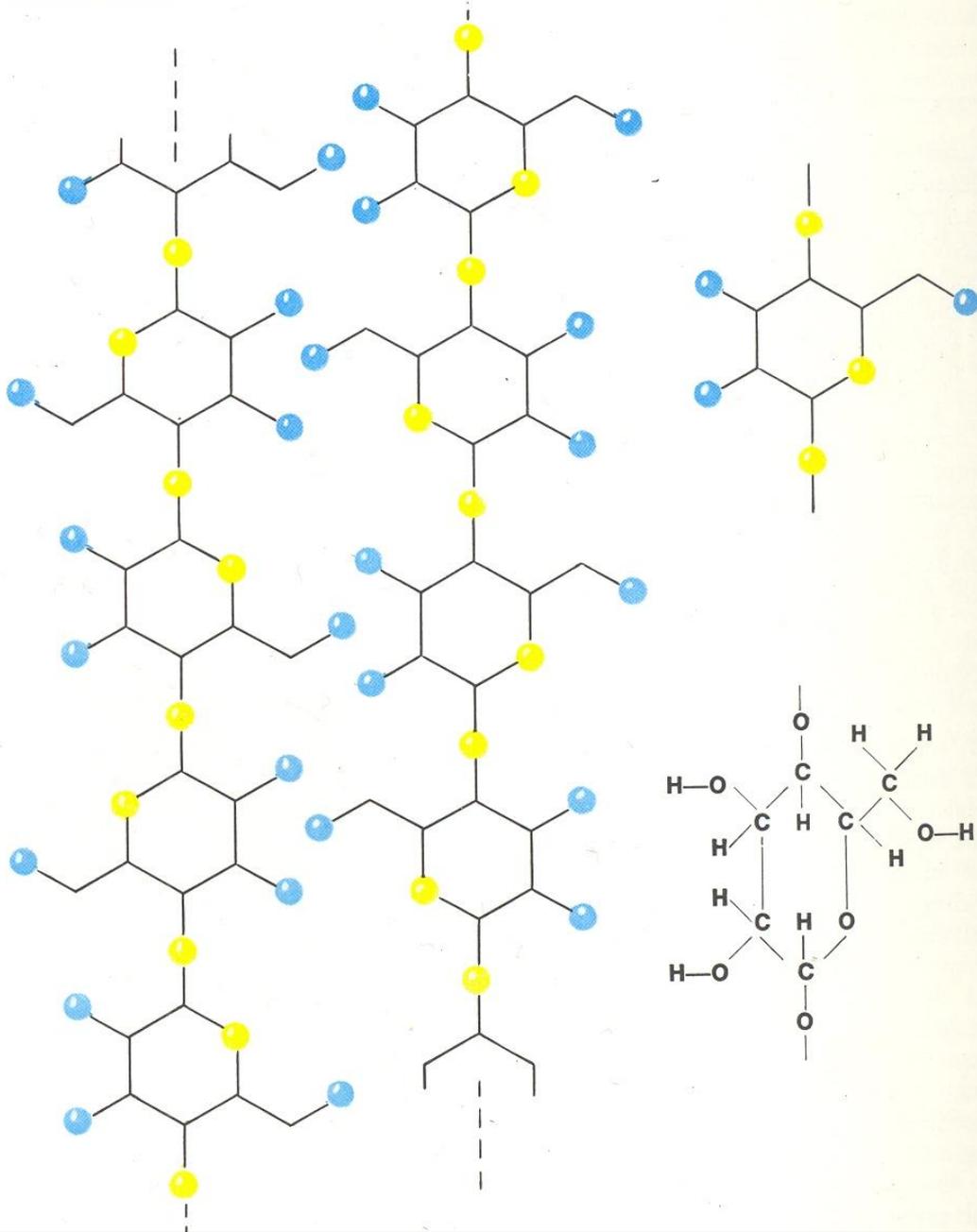
1



LA CELLULOSA DI UN FOGLIO DI CARTA - Le molecole, che si estendono in lunghe catene, sono tenute insieme da forze interatomiche; ogni

catena si affianca ad altre simili unendosi mediante legami intermolecolari. Questi legami garantiscono la compattezza e la resistenza della carta.

5



CLORURO DI SODIO - Nell'edificio altamente simmetrico di un cristallo di cloruro sodico possiamo fare alcune osservazioni: ogni atomo di sodio (rosso) è circondato, a distanze uguali, da 6 atomi di cloro (verdi). Analogamente ogni atomo di cloro è circondato da 6 atomi di sodio posti alla stessa distanza (a).
Le dimensioni relative degli ioni compaiono in (b)

