

Museo del Liceo scientifico A. Avogadro **MINERALI** a cura del Gruppo Mineralogico Basso Canavese

Scheda anagrafica n°: 61

Reperto: 79-80-81-82

Nome: Pirite

Etimologia: Dal greco pyr= fuoco

Formula chimica: FeS_2

Peso specifico: 5

Durezza: Da 6 a 6,5 (fragile)

Striscia: verde nerastra

Sistema di cristallizzazione: Cubico

I tre assi cristallografici sono di eguale lunghezza e formano tra loro angoli retti.

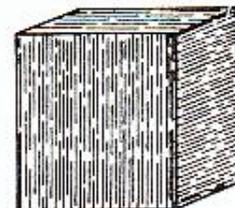
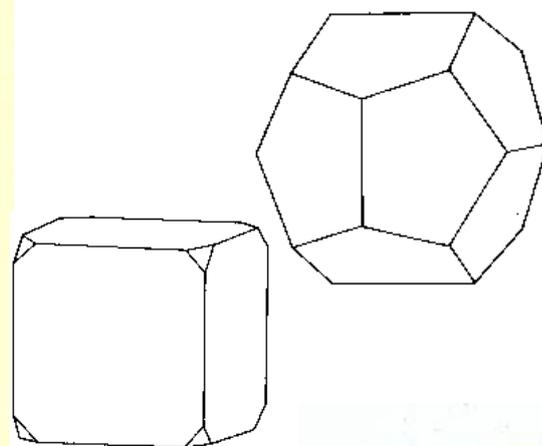
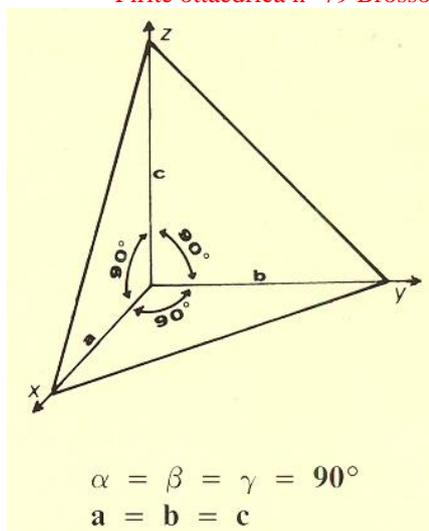
È il sistema a più elevato grado di simmetria. Si passa da un minimo di due assi di simmetria ternaria ad un massimo di tre assi quaternari, quattro assi ternari, sei assi binari, nove piani ed un centro di simmetria.



Pirite ottaedrica n° 79 Brosso



Pirite pentagonododecaedri n° 82 I.Elba



Forma dei cristalli: Cubi (striati), ottaedri, dodecaedri, pentagonododecaedri (piritoedro), icositetraedri, triaccisottaedri geminati talora geminati a croce di ferro; aggregati compatti, granulari; concrezioni, noduli mammellonari e stalattitici.



Pirite cubica n° 213



Pirite cubica n° 80 Brosso

Classe: Solfuri

Minerali che hanno la proprietà di semiconduttori e che pertanto si avvicinano anche nell'aspetto ai semimetalli.

Tra i solfuri gli arseniuri ecc. vi sono parecchie specie di interessi industriale, perché da esse si ricavano quasi tutti i metalli non ferrosi.

Qui si collocano, con i solfuri, i composti analoghi d'arsenico, di antimonio, di tellurio e di selenio, perchè questi elementi, relativamente meno diffusi, presentano caratteristiche analoghe a quelle del solfo.

La maggior parte dei solfuri hanno un aspetto metallico.

Secondo questo carattere, anticamente si dividevano i solfuri in blende, galene e piriti.

Le blende sono dei solfuri che non hanno l'aspetto metallico, al contrario delle galene e delle piriti; le galene sono nere e tenere, le piriti chiare e più dure.

Più tardi si sono differenziati dai solfuri semplici propriamente detti, i composti detti « solfasali ». Sono delle combinazioni più complesse contenenti, oltre il solfo e il metallo, altri elementi, metalli o metalloidi, per esempio il ferro, il cobalto, il nickel, il bismuto, l'arsenico, l'antimonio; e inoltre ancora altri elementi dei quali si supponeva che, da un punto di vista chimico, si comportassero come il solfo. Questa divisione non è più usata ai giorni nostri.

La maggior parte dei solfuri provengono da soluzioni idrotermali.

Conducibilità: Mediocre conduttore di corrente elettrica
Trasparenza: Opaca
Lucentezza: Metallica
Sfaldatura: Molto imperfetta secondo (100) e (110)
Frattura: Concoide, irregolare
Morfologia: Cristalli, aggregati massivi e granulari, concrezioni, impregnazioni, patine, dendriti, Frequenti le pseudomorfose su resti organici fossili (es. le ammoniti piritizzate). Polveri (meinikovite)

Colore: Costante il colore giallo più o meno scuro, talora anche con patine iridescenti giallo-brune.

Altre proprietà: Percossa con acciaio, libera un odore sulfureo e fa scintille.

Composizione chimica teorica: Fe 46,60%, S 53,40%, presenza di Ni, Co, As, Cu, Zn, Ag, Au, Ti

Proprietà chimiche e fisiche : Dura, molto pesante, molto fragile e mai sfaldabile; opaca con lucentezza metallica molto viva.

Insolubile in acido cloridrico, ma, in polvere, solubile in acido nitrico; battuta col martello dà scintille, scaldata brucia a temperatura moderata e fonde facilmente dando vapori solforosi e lasciando un globulo magnetico.

Le varietà microgranulari, a lungo andare, si alterano e si sgretolano con formazione prima di prodotti solfatici, poi limonitici.

Trattamenti: Generalmente non risente dell'azione degli acidi comprese le soluzioni sature di acido citrico, mentre è attaccata leggermente dall'acido nitrico concentrato e dall'acqua regia.

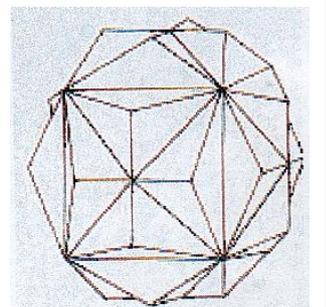
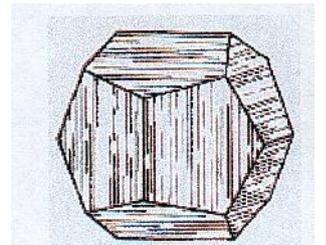
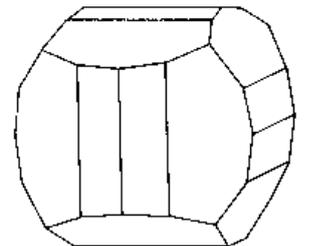
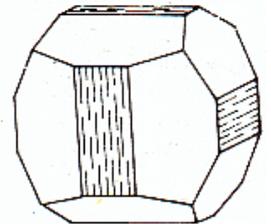
Le incrostazioni ferrose si tolgono o con l'acido ossalico o con quello cloridrico; la calcite si elimina con l'acido cloridrico diluito; i rivestimenti di quarzo con l'acido fluoridrico. Spesso si confondono la pirite e la marcasite, quindi molti campioni indicati come marcasite sono semplicemente di pirite.



Pirite Brosso n° 81

Minerali simili:	Oro, calaverite, calcopirite,
Differenze:	Durezza, densità, striscia, forma dei cristalli, raggi X.
Genesi:	Magmatica, metasomatica di contatto, idrotermale, sedimentaria. Comune in rocce plutoniche, vulcaniche, sedimentarie e metamorfiche. Si presenta in masse, associata a calcopirite, in giacimenti di segregazione magmatica in rocce basiche; associata a blenda e galena in filoni idrotermali; sola o associata a oro (pirite aurifera) in vene quarzose idrotermali di temperatura medio-bassa; disseminata in lave basiche;

	<p>in livelli concrezionari di deposizione chimica sottomarina da sorgenti calde o precipitata per evaporazione da acque madri; come minerale diagenetico sostituisce fossili o forma dei noduli di vario diametro.</p> <p>È stabile in ambiente metamorfico fino alla <i>facies</i> delle granuliti, allorché si trasforma in pirrotina.</p>
Paragenesi:	Magnetite, galena, sfalerite, pirrotite, arsenopirite, marcasite,
Località:	<p>Abbondante, il più abbondante dei solfuri. Splendidi cristalli si trovano in tutti i giacimenti del mondo, tra i quali citiamo i più importanti: i fossili piritizzati di varie località italiane, inglesi e tedesche. RFT (Rammeisberg, Waldsassen, Meggen), RDT (Elbingerode), cristalli cubici fino a 50cm in Grecia (Xanthe), Svizzera (San Gottardo), Gran Bretagna (Cornovaglia - Saint Just), in numerosi depositi di Spagna (provincia di Huelva, Rio Tinto, Tharsis, Pena dei Hierro), Portogallo (Alentejo), Norvegia (Grong, Lókken, Sulitelma), Svezia (Falun), URSS (Urali), Romania (Baia Sprie, Rodna), Cecoslovacchia (Příbram, Smolník, Banská Stiavnica, Hnústa), Francia (Saint Bel), Australia (Tasmania - monte Lyeii), Bolivia, Perù, Messico (Sonora - Arizpe), Stati Uniti (Colorado - Central City; Pennsylvania - French Creek), e in molti altri depositi nel mondo).</p> <p>Famosi e perfetti sono i cubi striati (pirite triglifa) di Gavorrano (Grosseto)</p>
Altre località Italiane:	<p><i>Pirite</i> si trova in forma concrezionata a-Morra San Giovanni (Busca); sulle pendici di Cima Biribiano (Chiappi) alla antica miniera Borgoratto (Garessio); in cristalli cubici, isolati, entro il talco nella cava a Castellano (Piasco): <i>Pirite</i> cuprifera compatta si rinviene a Pouset (Praly, Torino).</p> <p><i>Pirite</i> associata con <i>Calcopirite</i> a Molini Voltaggio, Alessandria).</p> <p>In bellissimi cristalli si trova anche nelle miniere di Brosso e di Traversella (Torino). (i campioni n° 79-80-81 nel Museo del Liceo Scientifico A. Avogadro).</p> <p>In cristalli cubici di alcuni centimetri di lato a Roche sopra Plan Chaval (Salbertrand, Torino).</p> <p>Sempre in cristalli si trova al Monte Cervandone (Baceno) a Crevola d'Ossola entro alla dolomia e nel marmo di Condoglia (Mergozzo): località in provincia di Novara.</p> <p>Nelle Alpi e Prealpi lombarde si trova in cristalli cubici inclusi nel marmo di Musso (Como); nel talcoscisto della miniera Bagnada in comune di Lanzada; nel cloritoscisto dell'Alpe Pirlo (Chiesa Val Malenco); in Val Zebrù (Santa Caterina Valfurva); nelle cave di Carona e nella miniera di <i>Uranio</i> di Novazza (Valgoglio, provincia di Bergamo).</p> <p>Nel Trentino una miniera di <i>Pirite</i> esisteva a Calceranica in Val Sugana; <i>Pirite</i> in cristalli si trova alla miniera Bedovina a Predazzo.</p> <p>In provincia di Bolzano, <i>Pirite</i> in cristalli o compatta nella miniera di Predoi e di Zumpanell (Stelvio).</p> <p>Nel Vicentino in cristalli cubici nei banchi di <i>Lignite</i> a Cerealto (Valdagno); anche in cristalli di notevoli dimensioni al Monte Civillina (Recoaro).</p> <p>Abbondante in cristalli cubici entro al <i>Caolino</i> della cava di Val dei Mercanti a Torrebelvicino (Vicenza).</p> <p>In Liguria la <i>Pirite</i> in cristalli si trova a: Monte Ottine presso San Pietro (comune di</p>



	<p>Masone); Casanova di Rovegno; Fontanigorda; Monte Bregaceto in forma pentagonododecaedrica (comune di Borzonasca); miniera di Libiola dove esistevano cospicue masse di <i>Pirite</i> in forma compatta; miniera della Gallinaria (Casarza Ligure). <i>Pirite</i> in aggruppamenti tondeggianti di cristalli nel Talco di Borgo Val di Taro in provincia di Bologna; geminati detti <i>a croce</i> di inclusi in calcare scuro alternante col <i>Gesso</i> a Cinquecerri (Ligonchio).</p> <p>Bellissimi cristalli di <i>Pirite</i> trovano nelle miniere di <i>Ferro</i> dell'Isola d'Elba.</p> <p>La forma più frequente è quella del pentagonadodecaedro, (il campione N° 82 nel Museo del Liceo Scientifico A. Avogadro). ma anche l'ottaedro il cubo sono forme molto diffuse.</p> <p>Si hanno poi moltissime combinazioni fra queste forme e altre meno frequenti o rare.</p> <p>La miniera che ha dato maggior quantità di cristalli è quella di Rio Marina coi cantieri Valle Giove, dei Falcacci e Vigneria.</p> <p>Vi è poi la miniera abbandonata di Terranera giustamente famosa per i bei campioni che ancora si possono, sia pure con difficoltà, ritrovare.</p> <p>Infine il cantiere Nuova Zona della miniera Calamita dà campioni interessanti. Nella Toscana peninsulare cristalli di <i>Pirite</i> si trovano a San Romano di Garfagnana (Lucca), nel marmo di Carrara, nelle miniere di <i>Pirite</i> della Niccioleta (Massa Marittima), di Boccheggiano (Montieri) e di Gavorrano.</p> <p>Bei cristalli cubici si trovavano nella miniera, ora abbandonata, di Campese all'Isola del Giglio, e inclusi nello scisto, alla miniera di Levigliani (stazzema).</p> <p>Nel Lazio, <i>Pirite</i> compatta ed anche in piccoli cristalli: alla Tolfaccia (Allumiere); alla Solfatara di Latera ed alla miniera abbandonata di Macchia Grande (Montefiascone).</p> <p>In Calabria la <i>Pirite</i>, accompagna la <i>Molibdenite</i> nella miniera di Bivongi (Reggio Calabria) e la <i>Limonite</i> a Pazzano.</p> <p>In Sardegna</p> <p>E' una specie piuttosto comune nella miniera di Montevecchio anche in campioni di un certo pregio estetico, soprattutto grazie alle sue iridescenze bluastre, rosse o verdi, ed alla frequente associazione con altri minerali, come per esempio la fluorite.</p> <p>La morfologia dei cristalli varia dal semplice cubo alle combinazioni di cubo e ottaedro: sono pure interessanti gli aggregati di cristalli millimetrici disposti disordinatamente su quarzo e dolomite, così come la loro associazione con la smithsonite.</p> <p>la <i>Pirite</i> in granuli si trova entro al <i>Caolino</i> della miniera di Monte Porceddu a Serrenti. In masse compatte di notevole consistenza nella miniera di <i>Zinco</i> di Campo Pisano (Iglesias). Cristalli ottaedrici isolati di <i>Pirite</i> entro al talco a Orani (Nuoro). .</p> <p>È presente un pò ovunque, spesso in paragenesi con minerali di Piombo, Zinco e Rame, in piccole cristallizzazioni o masse compatte.</p> <p>Arburese ed Iglesias: M.re Nieddorì, Fenugu Sibiri, Monteponi, Ingortosu, Acqua Rexi, Tiny e Arenas, Rosas, etc.</p> <p>Sarrabus: M.re M.te Narba, Giovanni Bonu, Baccu Arroddas, Perda Majori, etc. Gerrei: M.re Su Suergiu, Genna Tres Montis, Muscadroxu.</p> <p>Nuorese: presso Arzana e Loceri, nella miniera di Funtana Raminosa (Gadoni), presso Lula, etc.</p> <p>Sassarese: M.re dell' Argentiera, di Calabona, anche in cristalli ottaedrici o cubottaedrici, etc.</p> <p>Isola La Maddalena: nelle granuliti di Cala Francese.</p>
Usi:	<p>Per la produzione di acido solforico col metodo delle camere a piombo e il successivo trattamento metallurgico delle polveri pressate (pellets) per la produzione di ferro, oro, rame, cobalto, nichel, ecc.</p> <p>A volte i piccoli cristalli isolati e perfetti sono tagliati come gemme (sfaccettati e a cabochons), e commercializzati come marcasite.</p> <p>Anticamente la <i>Pirite</i> veniva utilizzata per la fabbricazione degli accendini: infatti i suoi cristalli, se opportunamente percossi sprigionano scintille proprio come la <i>pietra focaia</i> (che è una varietà del <i>Calcedonio</i> detta <i>Selce piromaca</i>).</p>

	<p>Oggi la <i>Pirite</i> si adopera per la fabbricazione di qualche oggetto di scarso valore, sfruttando la sua lucentezza simile all'Oro.</p> <p>E' anche un minerale utile per l'estrazione dello <i>Zolfo</i> e del <i>Ferro</i>.</p> <p>A volte la <i>Pirite</i> contiene anche <i>Oro</i> e, allora, viene utilizzata per estrarne il preziosissimo metallo. Infine l'industria ricava dalla <i>Pirite</i> l'Anidride Solforosa che serve alla fabbricazione dell'Acido Solforico.</p>
Una curiosa simmetria cubica:	<p>La pirite è probabilmente il più comune dei solfuri.</p> <p>Dal punto di vista chimico questo minerale è un disolfuro di ferro, di formula FeS_2, e contiene atomi di zolfo, uniti strettamente a due a due, che insieme agli atomi di ferro formano un motivo strutturale abbastanza simile a quello che si riscontra nel cloruro di sodio.</p> <p>Proprio perché i gruppi di due atomi di zolfo non hanno simmetria sferica, ma piuttosto quella di un "manubrio", la pirite possiede una simmetria sempre cubica, ma più bassa di quella del cubo vero e proprio.</p> <p>Questa curiosa simmetria della pirite, che si manifesta molto raramente tra i minerali ed anche tra i composti chimici, si riflette nell'aspetto stesso dei cristalli e si riconosce pertanto con facilità.</p> <p>Si hanno cioè cubi le cui facce di solito sono striate in modo caratteristico ("triglife"), nel senso che le striature di una faccia sono sempre perpendicolari a quelle delle facce adiacenti.</p> <p>Oltre a questi cubi, si hanno i cosiddetti "piritoedri" o pentagonododecaedri, ossia forme che ricordano il "classico" dodecaedro regolare, che ha appunto facce pentagonali (ma nei cristalli un lato è leggermente diverso dagli altri quattro, a differenza del solido regolare).</p> <p>Più rari sono l'ottaedro e i cosiddetti "disdodecaedri" o "diploidi", cioè forme strane a 24 facce, che di solito compaiono attorno alle facce dell'ottaedro. Piuttosto frequenti sono i geminati, tra i quali ricercate sono le cosiddette "croci di ferro", formate dall'unione di due cristalli dodecaedrici ruotati di 90° l'uno rispetto all'altro, che ricordano spesso in modo veramente sorprendente un motivo araldico.</p>
L' "oro dei gonzi":	<p>La raccolta dei cristalli di pirite, con tutte le combinazioni delle varie forme, presenta un interesse non piccolo e può dar luogo a collezioni veramente attraenti.</p> <p>Il colore della Pirite è pure caratteristico: in genere si tratta di un bel giallo ottone, con viva lucentezza metallica.</p> <p>Agli inesperti questo colore rammenta addirittura quello dell'oro; si ricordano ancora storie di colossali imbrogli basati sulla dabbenaggine di chi credeva veramente si trattasse di oro e, pertanto, riteneva di avere a che fare con la scoperta di favolose miniere.</p> <p>Non a caso, infatti, alla pirite venne dato il nome, poco scientifico ma significativo, di "oro dei gonzi".</p>
Le località tipiche della pirite:	<p>Meravigliosi cristalli di pirite si hanno in moltissime miniere, più o meno situate in tutte le parti del mondo.</p> <p>Forse gli esemplari più "classici" sono quelli che provenivano da celebri località italiane, quali Brosso e Traversella presso Ivrea e Rio Marina nell'Isola d'Elba: leggendo i vecchi testi di mineralogia, molti tra i più bei disegni di cristalli di questo minerale portano, appunto, il nome di queste località.</p> <p>Sempre in Italia, altri buoni cristalli provengono dalla regione mineraria situata attorno a Massa Marittima (Niccioleta, Boccheggiano) e Gavorrano.</p> <p>Per i raccoglitori di microcampioni molto interessanti sono i cubetti di Beura e Villadossola, dalla forma perfetta, nonché qualche raro cristallino del porfido di Cuasso al Monte (Varese).</p> <p>Magnifici sono pure i cubi perfetti, lucentissimi, che vengono da una località spagnola (Villarijo, Soria).</p> <p>Sempre in Europa, ottimi campioni provengono dalla Grecia (Penisola Calcidica).</p>

	<p>Nella regione alpina, oltre ai già citati giacimenti di Brosso e Traversella, si hanno stupendi cristalli soprattutto in Austria (scisti talcosi ad Oberdorf sul Laming in Stiria); altri buoni esemplari cubici vengono dalle pietre ollari della Val Malenco e dei magnifici ottaedri sono stati trovati anche in Val Germanasca, nel Pinerolese, inclusi nella roccia talcosa.</p> <p>Cristallini piccoli, ma lucentissimi e interessanti per la complessità dell'abito nonché per l'associazione con parecchi minerali rari, sono quelli di Lengenbach in Val di Binn (Svizzera), che si trovano entro le fessure della dolomia saccaroide.</p> <p>Per quanto riguarda l'America, splendidi esemplari, che in questi anni sono giunti in abbondanza sul mercato, provengono soprattutto dalle miniere del Perù (Huanzalá, Quiruvilea, ecc.); anche dal Messico (Conepción del Oro e altre località nello stato di Zacatecas) si sono avuti bei cristalli, e così pure dal Canada (Batchgawana Bay e South Porcupine nell'Ontario; miniera High Rock nel Quebee) e dagli Stati Uniti (Bingham, Utah; King County nel Washington; Rico, Gilman e Leadville nel Colorado).</p> <p>Meno noti sinora al pubblico dei collezionisti, ma decisamente magnifici, sono anche i cristalli boliviani (Ubina, Llallagua) e cileni (Rancagua).</p>
<p>L'occhio del collezionista:</p>	<p>Gli esperti di cristalli riconoscono subito, per così dire, la provenienza dei campioni dall'aspetto: per esempio, particolarmente ricchi di facce di forme diverse sono gli esemplari peruviani, alcuni dei quali assumono addirittura un aspetto tondeggiante per l'abbondanza delle facce stesse, che li delimitano in una varietà di direzioni.</p> <p>I campioni dell'Elba, invece, sono particolarmente "lisci", in genere con poche striature sulle facce del cubo, a differenza di altri (Gavorrano, Perù), dove invece queste striature sono molto marcate.</p> <p>A Brosso erano comuni gli esemplari ottaedrici, a volte con tipiche striature "sghembe", che sottolineano il fatto che (come nel cubo) la simmetria è più bassa di quella del solido geometrico regolare.</p> <p>Generalmente i collezionisti apprezzano molto i cristalli singoli, terminati da tutte le parti, di questo minerale; pure i campioni delle vecchie miniere dell'Elba, di Brosso e Traversella sono assai richiesti.</p> <p>Purtroppo, acquistare pirite in queste stesse località non è di solito una garanzia sull'effettiva provenienza, per cui si deve fare molta attenzione, nel caso si desideri essere sicuri dell'autenticità del luogo, conoscere e controllare la matrice; contraffare i cristalli di pirite è invece impossibile, e neppure risulta conveniente</p>
<p>Non c'è solo la pirite in cristalli:</p>	<p>Oltre agli, esemplari in cristalli distinti, esistono anche bei campioni che riproducono, ad esempio, le forme di fossili.</p> <p>Negli Stati Uniti, sono celebri le conchiglie piritizzate delle miniere di carbone di Middlegrove, nella contea Knox (Illinois), nonché le trilobiti piritizzate di Holland Patent (New York). In Europa, esistono esempi simili in Inghilterra (Lyme Regis, con ammoniti piritizzate) e in Germania (Wissenbach e Bundenbach).</p> <p>Un altro genere di pirite è costituito dai noduli raggianti, che passano sovente sotto il nome di "marcasite", per quanto non abbiano nulla a che fare con questa specie.</p>
<p>Un minerale facilmente alterabile:</p>	<p>All'aria, soprattutto in presenza di umidità, la pirite si altera facilmente.</p> <p>Alcuni esemplari sono assai sensibili, per cui si consiglia di conservare i campioni (come più o meno quelli di tutti i solfuri) in luogo asciutto.</p> <p>In natura si arriva spesso per alterazione a una varietà di solfati di ferro dai colori più svariati (copiapite gialla, coquimbite violetta, alotrichite biancastra, fibrosa, voltaite nera, melanterite verde, ecc.), o anche - più comunemente - a una massa rugginosa di ossido (limonite).</p> <p>A volte, l'ossido mantiene la forma esterna del cristallo in maniera perfetta e si hanno le cosiddette "pseudomorfosi" di limonite su pirite.</p> <p>Una varietà di pirite è la cosiddetta melnikovite, che si presenta sottoforma di incrostazioni mammellonari e che deriva probabilmente dalla cristallizzazione di materiale</p>

	<p>colloidale.</p> <p>La melnikovite fu osservata per la prima volta nelle argille di Melnikov presso Novousensk (del stretto di Sàratovsk) nell'Unione Sovietica, ma in effetti, questo minerale si trova un po' dovunque.</p> <p>Altre varietà particolarmente compatte di pirite vengono talvolta sfaccettate e usate come pietre ornamentali, sotto il nome di "marcasite". In realtà, questa denominazione porta a una confusione con la vera marcasite che, come si già detto e come si vedrà in seguito è un altro minerale, di composizione chimica uguale a quella della pirite, ma con diversa struttura cristallina.</p> <p>Generalmente, la pirite utilizzabile a scopo ornamentale proviene dal Giura francese (la regione confinante con la Svizzera) e, in parte, anche dalla Toscana.</p>
Vetriolo:	<p>Nelle miniere di Brosso (pr. Torino) è stata estratta per parecchi secoli, una volta veniva trasformata in vetriolo</p> <p>Questa trasformazione della pirite in vetriolo era difficile da capire nei termini della vecchia chimica, e fu proprio Lavoisier nel 1777 a dimostrare che una simile trasformazione avveniva ad opera dell'ossigeno dell'aria, che ossidava lo zolfo presente nella pirite: questa osservazione fu una delle principali che concorsero all'abbandono definitivo delle idee flogistiche allora in voga.</p>

Pirite delle miniere di Brosso:	<p>FeS, cubico</p> <p>Fra tutti i minerali conosciuti nella miniera di Brosso, la pirite è certamente il più comune, dato che era il minerale utile sfruttato, ma ha fornito e in parte fornisce tuttora, meravigliosi campioni che, assieme a quelli provenienti dalla vicina miniera di Traversella, sono da considerarsi i migliori di tutto l'arco alpino, sia per bellezza che per ricchezza di forme e per questa ragione sono stati oggetto di classici lavori cristallografici (STRUVER, 1868).</p> <p>L'abito predominante è quello pentagonododecaedrico, ma non sono troppo rari sia i cristalli cubici che quelli ottaedrici.</p> <p>Soprattutto in passato i campioni di pirite di Brosso venivano spesso catalogati come provenienti dalla vicina miniera di Traversella, tanto che è a volte assai difficile determinare esattamente da quale località provengano. Vi sono tuttavia alcuni criteri che permettono, soprattutto per i campioni su matrice, di riconoscere con certezza la località di provenienza.</p> <p>Una caratteristica che permette di distinguere le piriti di Brosso da quelle di Traversella è il loro colore giallo molto più chiaro, mentre dal punto di vista della morfologia si può dire che mentre il diploide {321} a Traversella è assai frequente, a Brosso manca completamente o è rarissimo.</p> <p>Inoltre, le facce del pentagonododecaedro {210} a Traversella sono quasi sempre striate parallelamente alla loro intersezione con la più vicina faccia del cubo, mentre a Brosso le stesse facce sono striate nella direzione in cui si incontrano con la più vicina faccia dell'esacisotetro {421}.</p> <p>Fare una rassegna di tutti i ritrovamento di campioni di pirite effettuati a Brosso nel corso degli anni è cosa ardua, pertanto ci limiteremo a dare un cenno su quelli più importanti effettuati negli ultimi anni o che hanno fornito campioni particolarmente caratteristici.</p> <p>Eccezionali per bellezza e per varietà di forme sono i campioni con cristalli pentagonododecaedrici.</p> <p>A tale proposito possiamo ricordare i meravigliosi cristalli che provengono dalle gallerie del livello 558 "S. Giacinta"; questi cristalli, di colore giallo oro e lucentissimi, possono raggiungere le dimensioni di alcuni centimetri e si trovano sia nelle geodi che immersi in</p>
--	---

una matrice carbonatica che viene eliminata mediante acidatura.

Altri ottimi cristalli, talvolta geminati "a croce" e con abito molto interessante, si trovano nelle camere di coltivazione e nelle gallerie del livello 497 "Gierinera", nella zona di contatto tra i micascisti ed i marmi dolomitici.

Particolarmente interessanti dal punto di vista cristallografico sono i campioni trovati assieme alla barite rosa in filoncelli al contatto con i micascisti.

Buoni campioni con pirite in cristalli pentagonododecaedrici che possono raggiungere le dimensioni di circa 2 cm, inclusi in una matrice talcosa, sono stati trovati al livello 595 "Pietrarotonda".

La pirite in cristalli cubici è nota in una larga zona compresa tra il livello 347 ed il livello 318 "Ribasso Salvere". In questi campioni, i cristalli si trovano generalmente immersi in una matrice talcosa, con calcite e dolomite e sono spesso ricoperti da una patina di ossidi di ferro, peraltro facilmente eliminabile.

Raggiungono abbastanza comunemente i 2-3 cm di lato, ma sono stati trovati anche campioni con cristalli di 5 cm.

Relativamente più rari sono i campioni con cristalli ottaedrici, che però difficilmente superano i 3,4 cm di lato.

I migliori cristalli, di un magnifico colore giallo oro, provengono dal fondo della discenderia che collega il livello 347 al livello 373 "Tamietto" della sezione Salvere e sono associati a magnetite in cristalli rombododecaedrici e rara scheelite ed immersi in una matrice carbonatica che, asportata mediante cauta acidatura, permette di ottenere degli eccellenti campioni.

Più raramente si trovano, specialmente nelle gallerie del livello 558 "S. Giacinta", geodi con cristalli ottaedrici associati a siderite, dolomite e quarzo ialino. Le dimensioni massime giungono ai 3 cm circa.

Altri campioni con cristalli ottaedrici fino a circa 2 cm, inclusi in una matrice talcosa provengono dal livello 347 "Canaletto inferiore" della sezione Salvere. Poco resta dei ritrovamenti più antichi a causa della facilità con cui i campioni di pirite di Brosso si alterano all'aria; infatti, una volta innescatosi, il processo di alterazione è pressoché inarrestabile e, quasi sempre, di ottimi esemplari non resta altro che un mucchietto di polvere bianco-giallastra.

Dal punto di vista cristallografico è da sottolineare la eccezionale ricchezza e varietà di forme che i cristalli di pirite di Brosso presentano.

Il maggiore contributo allo studio morfologico dei cristalli di pirite delle miniere di Brosso ed anche di Traversella è dato dal monumentale lavoro dello STRUVER (1868), ed in misura molto minore, da BRUGNATELLI (1885).

Purtroppo la maggior parte dei campioni di pirite studiati dallo Struver (oltre 5600!) è andata persa, tuttavia alcuni di essi sono stati rintracciati presso il Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino nel corso della compilazione del presente lavoro.

Sulla base dei lavori di questi Autori, sono presenti a Brosso le seguenti forme:

1) CUBO - {100}

Le facce del cubo sono le più frequenti nei cristalli di pirite, sia sole che in combinazione con altre forme.

Spesso è ben visibile sulle facce dei cristalli la tipica striatura triglifata data dallo sviluppo alternato, di numerose microscopiche faccette di pentagonododecaedro disposte l'una accanto all'altra.

Questo fenomeno si può ben osservare in certi cristalli di abito cubico, talvolta assai interessanti per le forme rare che presentano. Fig 62

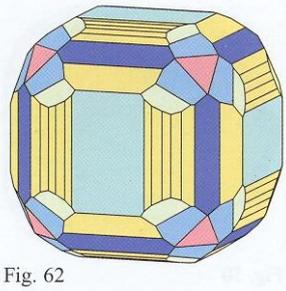


Fig. 62

2) OTTAEDRO - {111}

L'ottaedro compare meno frequentemente del cubo, col quale è però spesso combinato. Abbastanza frequenti sono certi cristalli dati dalla combinazione:

{111}, {100}, {210}, {421}

in cui compaiono sulle facce dell'ottaedro delle strie parallele alle intersezioni con il diploide {421}.

Si possono inoltre trovare cristalli cuboottaedrici deformati in cui alcune facce dell'ottaedro sono divise in sei aree, tre più larghe e tre più strette, che si alternano le une con le altre.

Le aree più larghe sono striate parallelamente alle intersezioni con {210}, mentre sulle aree più strette si può osservare una serie di impronte triangolari. fig71

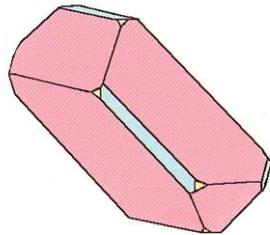


Fig. 71

1

3) ROMBODODECAEDRO - {110}

Il rombododecaedro compare poco frequentemente, sebbene a Brosso sia meno raro che a Traversella.

Infatti, su 35 cristalli studiati dallo Struver e sui quali sono presenti le facce del rombododecaedro {110}, ben 32 provengono da Brosso.

In quasi tutti i cristalli, alla {110} è associato l'icositetraedro (211) cristalli in cui si osserva la presenza del rombododecaedro sono quasi sempre associati alla barite; in questi ultimi anni cristalli di questo tipo sono stati trovati al livello "Gierinera", associati a barite rosa.

Le facce di {110} sono nella maggior parte dei casi striate parallelamente agli spigoli del cubo fig.26-28-34-36-46-47-50-51-52-62-75-76

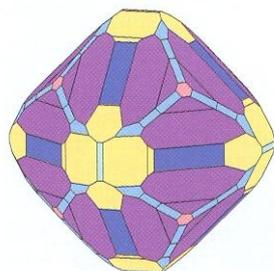
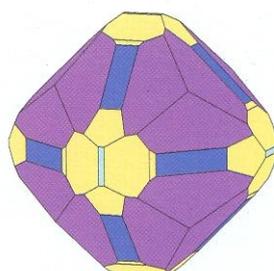


Fig. 76



I Fig. 75

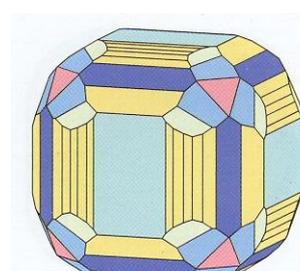


Fig. 62

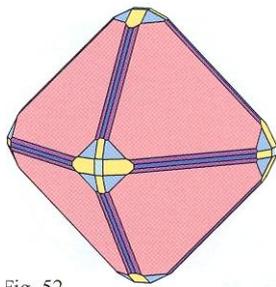


Fig. 52

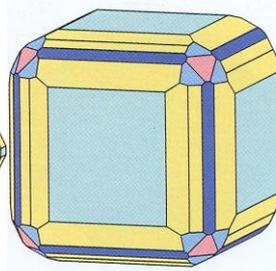


Fig. 51

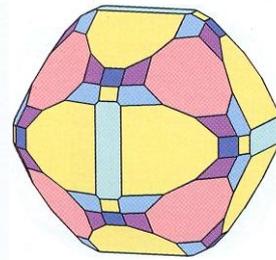


Fig. 50

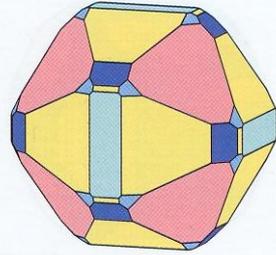


Fig. 47

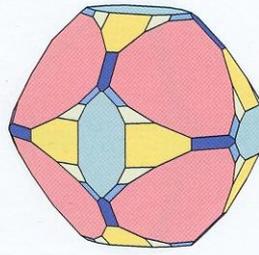


Fig. 46

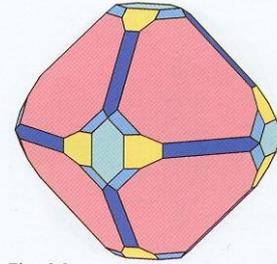


Fig. 36

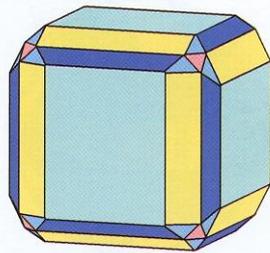


Fig. 34

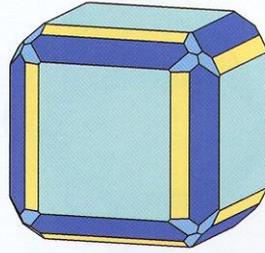


Fig. 28

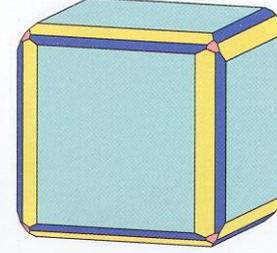


Fig. 26

F

4) ICOSITETRAEDRI

{211 }

È la forma più frequente tra tutti gli icositetraedri della pirite; in alcuni cristalli le facce di {211} dominano sulle altre assieme a quelle del pentagonododecaedro {210} (Fig. 35,40,41,48,55).

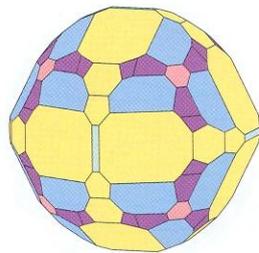


Fig. 55

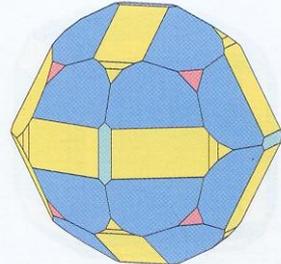


Fig. 48

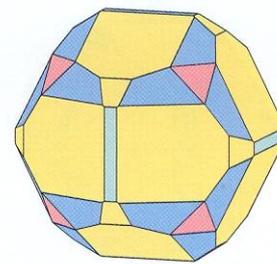


Fig. 41

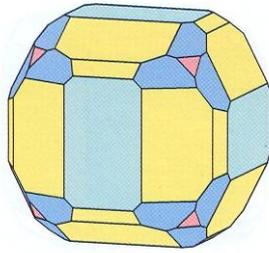


Fig. 40

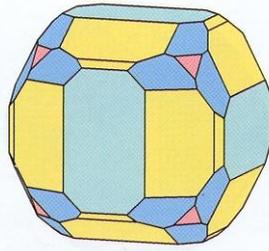


Fig. 35

{411}

Questa è una delle forme individuate per la prima volta nella pirite dallo Struver, su campioni sia di Brosso che di Traversella.

Il cristallo rappresentato in Fig. 53 presenta le forme:

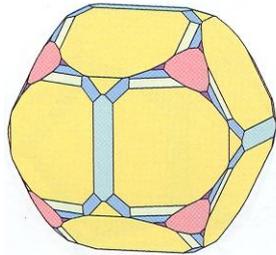


Fig. 53

{210}, {120}, {421}, {21!}, {411}, {221}, {100}, {111}

Un'altro interessante cristallo recante la forma {411} è dato dalla combinazione {210}, {111}, {100}, {421}, {221}, {331}, {211}, {1155}, {411}, {120} per un totale di ben 182 facce ed è rappresentato in Fig. 65.

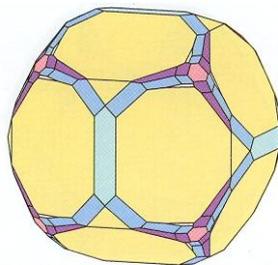


Fig. 65

{1155}

Si associa, nella combinazione precedentemente descritta, ai due altri icositetraedri {211} e {411}.

{944}

Anche questa forma è stata descritta per la prima volta dallo Struver su di un cristallo (rappresentato in Fig. 64) che presenta ben 218 facce e dato dalla combinazione:

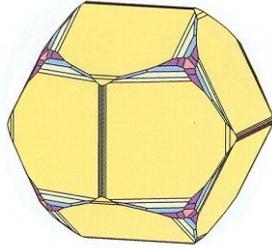


Fig. 64

{210}, {111}, {100}, {211}, {944}, {221}, {332}, {430}, {11 4 0}, {10 3 0}, {780}, {421}, {841}

Le facce di {944} sono finemente striate parallelamente alle loro intersezioni con le facce del cubo.

{322}

Questo icositetraedro fu osservato da Brugnatelli su cristalli con abito triacisottaedrico, in cui tronca gli spigoli della forma {331}.

La superficie delle facce di indice {322} si presenta sempre finemente striata.

I cristalli studiati, di dimensioni 1-3 mm, erano contenuti in piccole geodi con ematite e "mesitina" in cristalli romboedrici di colore giallo scuro (Fig. 76).

{433}

Lo stesso discorso fatto per la forma precedente vale anche per questa. Le facce dell'{533} troncano perfettamente gli spigoli del triacisottaedro {221} (Fig. 76).

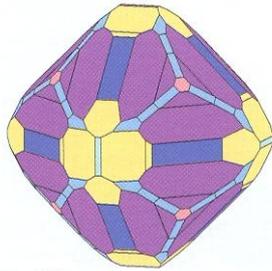


Fig. 76

I

5) TRIACISOTTAEDRI

{221}

Questa forma non è rara nei cristalli di pirite di Brosso, ma si presenta sempre con facce poco sviluppate (Fig. 40, 50, 55).

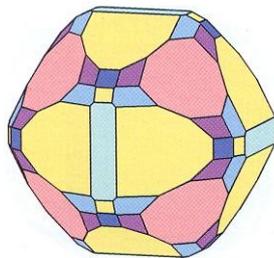


Fig. 50

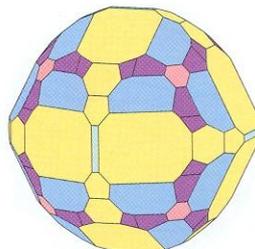


Fig. 55

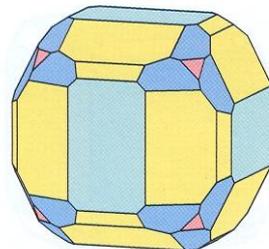


Fig. 40

]

{331}

Anche questa forma fu osservata per la prima volta dallo Struver nella più sopra descritta combinazione di 218 facce rappresentata in Fig. 64.

Le facce del triacisottaedro {331} presentano finissime strie parallele agli spigoli dell'ottaedro.

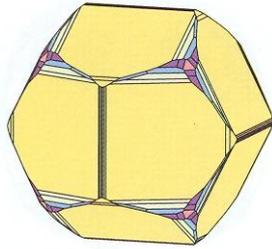


Fig. 64

{332}

Il triacisottaedro {332} fu trovato una sola volta dallo Struver sul più volte citato cristallo di 218 facce rappresentato in Fig. 64.

{661}

Questa forma fu identificata da Brugnatelli che la riscontrò con certezza solo su tre cristalli che presentano una interessante combinazione di 206 facce:

{331}, {210}, {670}, {110}, {221}, {211}, {322}, {433}, {111}, {661}, {19 14 0}, {100} (Fig. 76).

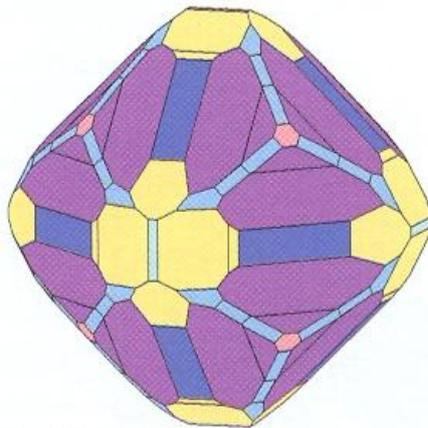


Fig. 76

6) PENTAGONODODECAEDRI

{210} e {120}

La forma {210} è la più frequente fra i tanti pentagonododecaedri che si osservano nella pirite, mentre la {120} è più rara e sempre poco sviluppata; spesso è associata alla forma diretta {210}.

Nella maggior parte dei casi le facce sono striate parallelamente agli spigoli del cubo.

Entrambi questi pentagonododecaedri, di norma lucentissimi, possono talvolta presentare un aspetto appannato.

Le facce di {210} possono anche essere rigate normalmente agli spigoli del cubo.

Questo fatto può essere un indizio per distinguere i cristalli di pirite di Brosso da quelli di Traversella, dato che in quest'ultima località il pentagonododecaedro {210} è quasi sempre privo di striature.

{320} e {230}

Seguono le forme {210} e {120} in ordine di frequenza; la {320} non è mai stata trovata a Brosso.

La forma {230} presenta facce poco lucenti e quasi sempre striate parallelamente agli spigoli del cubo

{430}

Il pentagonododecaedro {430} fu osservato dallo Struver in cristalli formati dalle combinazioni:

{100}, {111}, {210}, {430}, {1030}, {1140}, {780}, {421}, {841}, {211}, {944},

{221}, {332}

{540}

Questa forma fu identificata dallo Struver in cristalli formati dalle due seguenti combinazioni {540}, {1061}, {530}, {210}, {100} {540}, {1061}, {530}, {210}, {100}, {110}, {211} Queste combinazioni sono rappresentate nelle Fig. 59 e 60 È inoltre da ricordare il gruppo di due cristalli rappresentato in Fig. 66 e formato da due individui ad assi paralleli di cui uno, a sinistra nella figura, presenta la combinazione:

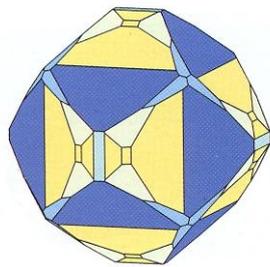


Fig. 59

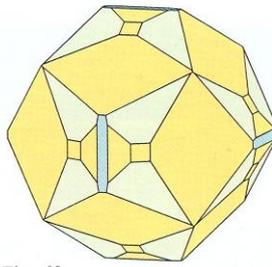


Fig. 60

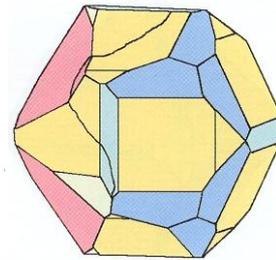


Fig. 66

{210}, {111}, {100},

{421}

mentre l'altro, a destra, presenta la combinazione:

{210}, {211}, {100},

{540}

Il gruppo in questione non è un geminato in quanto i due individui hanno le facce (210) parallele.

{560}

Il pentagonododecaedro {560} è presente secondo lo Struver su cristalli formati dalle combinazioni:

{210}, {211}, {100}, {111}, {560}, {750}?

{210}, {211}, {100}, {111}, {221}, {331}, {560}, {250} e rappresentati nelle Fig. 48 e 55.

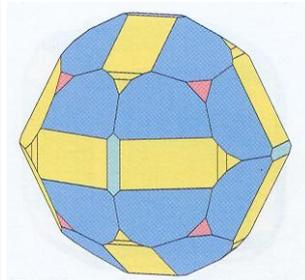


Fig. 48

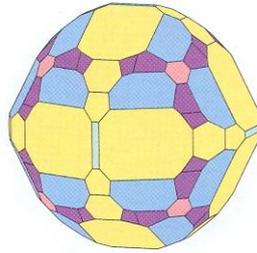


Fig. 55

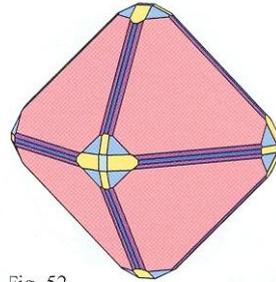


Fig. 52

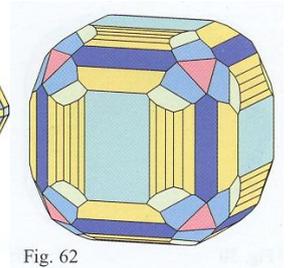


Fig. 62

{520} e {250}

La forma diretta {520} è presente nella combinazione rappresentata in Fig. 52, mentre la forma {250} è di identificazione incerta ed è rappresentata nel cristallo di Fig. 55.

{530}

È presente nelle combinazioni rappresentate nelle Fig. 59 e 60.

{750}

Questa forma è stata osservata nella combinazione rappresentata in Fig. 48.

{310}

Questo pentagonododecaedro fu osservato su cristalli formati dalla combinazione: {100}, {111}, {210}, {421}, {310}, {430}.

{410}

Questa forma, osservata nel cristallo rappresentato in Fig. 62, è da ritenersi di identificazione incerta.

{11 4 0}

Questa forma è stata osservata nella combinazione di 218 facce precedentemente ricordata e su un cristallo formato da:

{100}, {111}, {210}, {421}, {11 4 0}, {211}, {221} (Fig. 64)

{10 3 0}

Anche questa forma fu osservata dallo Struver sulla combinazione rappresentata in Fig. 64.

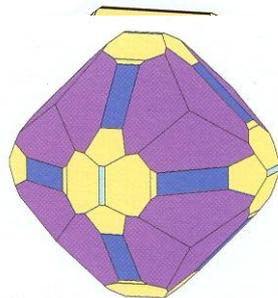


Fig. 75

Questa forma fu osservata per la prima volta nella pirite nel cristallo rappresentato in Fig. 62.

{710}

Identificata per la prima volta nel cristallo di Fig. 62.

{19 14 0}

Questa forma, osservata per la prima volta da Brugnatelli, è sempre pochissimo sviluppata, ma con facce assai nitide. È rappresentata nelle Fig. 74, 75, 76.

{670}

Sempre dal Brugnatelli venne segnalata la presenza di questa forma in cristalli con abito triacisottaedrico.

È sempre discretamente estesa, ma frequentemente arrotondata ed è rappresentata nelle Fig. 75 e 76.

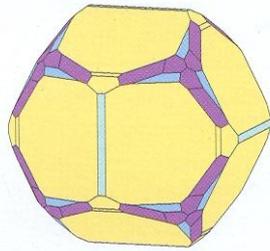


Fig. 74

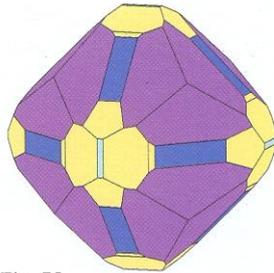


Fig. 75

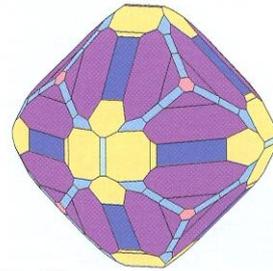


Fig. 76

F

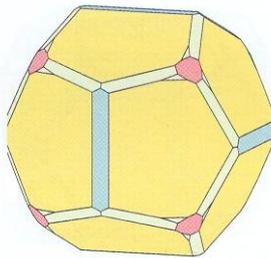


Fig. 44

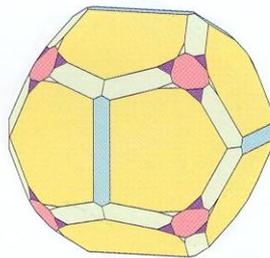


Fig. 45

7) DIPLOIDI O DIACISDODECAEDRI

{231}

Questo diploide è presente nei cristalli rappresentati nelle Fig. 44 e 45, formati rispettivamente dalle combinazioni:

{210}, {100}, {111}, {421}, {231}

{210}, {100}, {111}, {421}, {221}, {231}, {421}

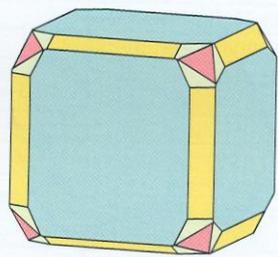


Fig. 20

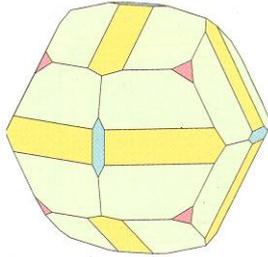


Fig. 25

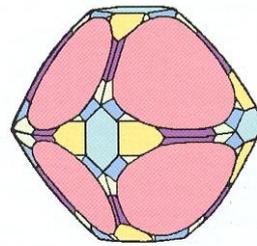


Fig. 73

{421}

Questa forma è abbastanza frequente a Brosso, soprattutto in cristalli dati dalla combinazione:

{100}, {111}, {210}, {421} (Fig. 20-25).

Non rari sono pure cristalli, di solito impiantati su matrice quarzo sa, che, oltre a quella precedente, possono presentare la combinazione:

{1111}, {210}, {100}, {421}, {211}

in cui quasi tutti gli spigoli sono arrotondati (Fig. 73).

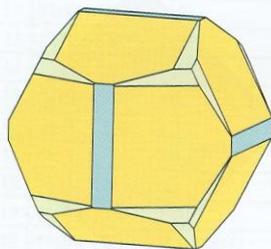


Fig. 16

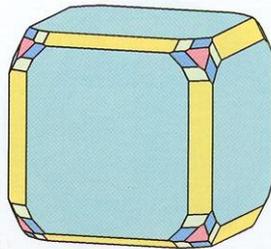


Fig. 30

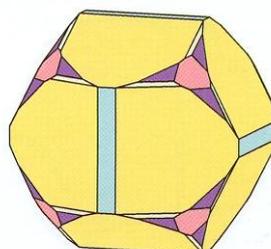


Fig. 33

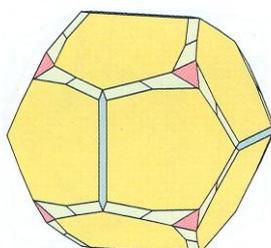
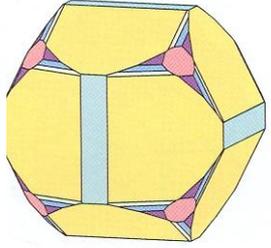


Fig. 43



ig. 56

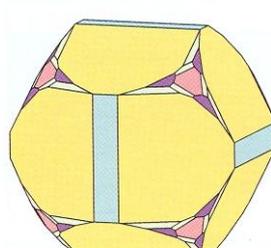


Fig. 58

Le facce del diploide {421} appaiono talvolta poco lucenti, come ad esempio nei cristalli formati dalla combinazione:

{210}, {421}, {111}, {100}

Non di rado si osservano anche strie parallele agli spigoli dell'ottaedro.

Altri cristalli in cui compare la forma {421} sono rappresentati nelle Fig. 16, 30, 33, 43, 56-58 ecc.

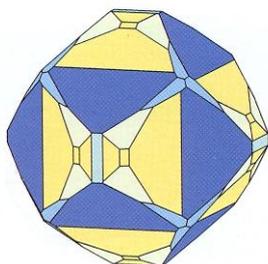


Fig. 59

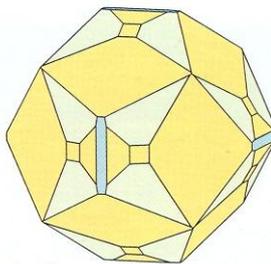


Fig. 60

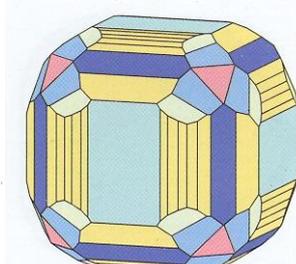


Fig. 62

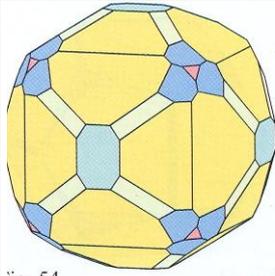


Fig. 54

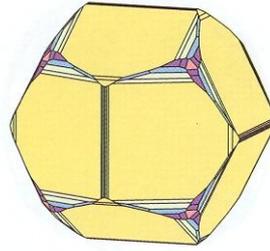


Fig. 64

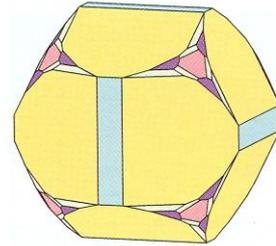


Fig. 58

1

{10 6 1}

Questa forma fu osservata sui cristalli rappresentati nelle Fig. 59 e 60, le cui facce sono sempre lucenti e prive di striature.

{932}

Questo diploide fu individuato per la prima volta dallo Struver su tre cristalli, di cui uno è quello precedentemente ricordato e rappresentato in Fig. 62, mentre gli altri due, rappresentati in Fig. 54, sono formati dalla combinazione:

{210}, {230}, {100}, {111}, {211}, {932}, {841}

{841}

La forma di indice {841} è stata individuata sul cristallo rappresentato in Fig. 64.

{11 5 2}

Fu determinata in cristalli che presentano le combinazioni:

{210}, {100}, {111}, {421}, {221}, {11 5 2} (Fig. 63) {210}, {100},

{111}, {421}, {11 5 2}

Questi cristalli sono impiantati su matrice quarzosa e oltre alle forme elencate, presentano molte altre piccole facce curvate e non determinabili.

Le facce della forma {11 5 2} sono solitamente lucenti, ma talvolta possono presentare finissime strie parallele alle intersezioni con {421}.

{10 8 7}

Questa forma è presente nel cristallo rappresentato in Fig. 58.

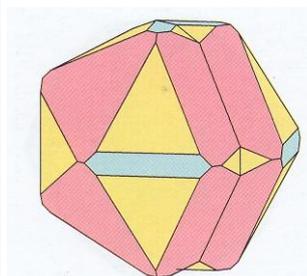


Fig. 70

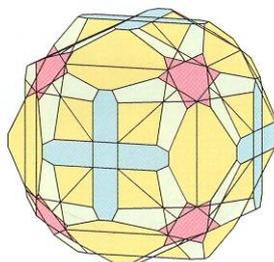


Fig. 69

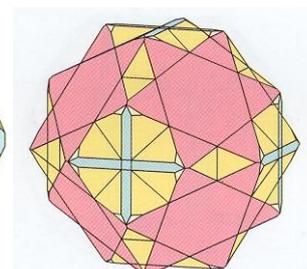


Fig. 68

1

GEMINATI

Nella pirite si possono distinguere due diverse leggi di geminazione, aventi ambedue per piano di geminazione una faccia del rombododecaedro {110}: una con penetrazione e l'altra di contatto (o giustapposizione).

La Fig. 70 rappresenta un geminato di contatto secondo {110} della combinazione:

{111}, {210}, {100}

Sono pure noti a Brosso geminati per penetrazione in cui il pentagonododecaedro dominante {210} è associato a piccole facce del cubo e dell'ottaedro (Fig. 69).

Più frequenti sono i geminati della combinazione:

{210}, {111}, {100}, {421}

in cui si può avere predominio sia del pentagonododecaedro (Fig. 69) che dell'ottaedro (Fig. 68).

Sulla base delle misure effettuate da STRUVER (1868) e da BRUGNATELLI (1885) si può dire che si trovano sia a Brosso che a Traversella le seguenti forme:

{100}, {111}, {210}, {421}, {110}, {211}, {221}, {230}, {411}, {430}, {410}

Si trovano esclusivamente a Brosso le seguenti forme:

{10 61}, {932}, {10 8 7}, {11 52}, {120}, {530}, {540}, {310}, {750}, {560}, {11 40}, {520}, {250}, {920}, {710}, {11 55}, {331}, {322}, {433}, {661}, {19 14 0}, {670}.

Sono di provenienza incerta, ma probabilmente di Brosso le forme:

{780}, {10 3 0}, {841}, {231}, {944}, {332}.

Si può quindi concludere dicendo che a Brosso l'abito dominante nei cristalli di pirite è quello pentagonododecaedrico, mentre a Traversella predominano i diploidi, fatto che, come già detto, può essere di grande aiuto per distinguere i cristalli provenienti dalle due località.

COMBINAZIONI OSSERVATE NELLA PIRITE DI BROSSO

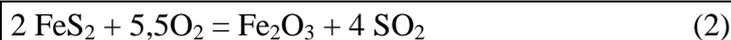
1	{100}	41	{210}, {211}, {111}, {100}, {230}
2	{111}	42	{210}, {111}, {110}, {211}, {221}
3	{210}	43	{210}, {111}, {100}, {421}, {11 5 2}
4	{100}, {111}	44	{210}, {100}, {111}, {421}, {231} ?
5	{100}, {111}	45	{210}, {100}, {111}, {421}, {221}, {231} ?
6	{111}, {100}	46	{111}, {100}, {210}, {421}, {211}, {110}
7	{100}, {210}	47	{111}, {210}, {100}, {120}, {110}, {211}
8	{210}, {100}	48	{210}, {110}, {230}, {100}, {111}, {211}
9	{111}, {210}	49	{210}, {310}, {430}, {100}, {111}, {421}
10	{111}, {210}	50	{210}, {111}, {100}, {211}, {221}, {110}
11	{100}, {210}, {111}	51	{211}, {210}, {111}, {100}, {750}, {560}
12	{100}, {111}, {210}	52	{210}, {230}, {100}, {111}, {211}, {421}
13	{111}, {100}, {210}	53	{100}, {210}, {211}, {421}, {111}, {230}
14	{111}, {210}, {100}	54	{210}, {111}, {100}, {120}, {110}, {211}, {221}
15	{210}, {100}, {111}	55	{100}, {210}, {120}, {111}, {211}, {310}, {110} ?
16	{210}, {100}, {421}	56	{111}, {210}, {100}, {120}, {110}, {211}, {221}
17	{111}, {210}, {421}	57	{210}, {100}, {111}, {120}, {421}, {211}, {411}, {221}
18	{210}, {111}, {421}	58	{210}, {211}, {100}, {111}, {560}, {250}, {221}, {331}
19	{100}, {210}, {230}	59	{210}, {230}, {100}, {111}, {211}, {932}
20	{100}, {111}, {210}, {421}	60	{210}, {100}, {111}, {421}, {211}, {221}
21	{100}, {111}, {210}, {421}	61	{210}, {100}, {111}, {11 4 0}, {421}, {211}, {221}
22	{111}, {100}, {210}, {421}	62	{210}, {100}, {111}, {421}, {221}, {10 8 7}
23	{111}, {210}, {100}, {421}	63	{540}, {110}, {210}, {530}, {100}, {211}, {10 6 1}
24	{210}, {100}, {111}, {421}	64	{540}, {10 6 1} {210}, {530}, {100}
25	{421}, {210}, {100}, {111}	65	{100}, {110}, {111}, {210}, {520}, {410}, {920}, {230}, {211}, {932}, {710} ?
26	{100}, {111}, {210}, {110}	66	{210}, {100}, {111}, {421}, {221}, {11 5 2}
27	{100}, {210}, {111}, {211}	67	{210}, {100}, {111}, {211}, {944}, {221}, {332}, {10 3 0}, {11 4 0}, {430}, {780}, {421}, {841}
28	{100}, {210}, {110}, {211}	68	{210}, {111}, {100}, {421}, {221}, {331}, {211}, {11 5 5}, {411}, {120}
29	{210}, {111}, {100}, {211}	69	{210}, {100}, {111} (geminato per compenetrazione)
30	{100}, {111}, {211}, {210}, {421}	70	{111}, {210}, {100}, {421} (geminato per compenetrazione)
31	{111}, {210}, {100}, {421}, {211}	71	{210}, {100}, {111}, {421} (geminato per compenetrazione)
32	{210}, {100}, {111}, {421}, {211}	72	{111}, {210}, {100} (geminato per contatto)
33	{210}, {100}, {111}, {421}, {221}	73	{111}, {100}, {210}
34	{100}, {210}, {110}, {111}, {211}	74	{210}, {111}, {100}, {421}
35	{100}, {210}, {211}, {111}, {110}	75	{111}, {210}, {100}, {421}
36	{111}, {110}, {100}, {210}, {211}	76	{210}, {560}, {331}, {221}, {19 14 0}, {100}
37	{111}, {210}, {100}, {110}, {211}	77	{210}, {560}, {331}, {211}, {221}, {19 14 0}, {100}
38	{100}, {111}, {210}, {120}, {211}	78	{331}, {210}, {670}, {110}, {19 14 0}, {100}
39	{100}, {210}, {230}, {111}, {211}	79	{331}, {210}, {670}, {110}, {221}, {211}, {322}, {433}, {111}, {100}, {19 14 0}
40	{100}, {210}, {211}, {230}, {111}	80	{331}, {210}, {670}, {110}, {221}, {211}, {322}, {433}, {111}, {661}, {100}, {19 14 0}

1	CUBO	{100}
2	OTTAEDRO	{111}
3	ROMBODODECAEDRO	{110}
4	ICOSITETRAEDRI	{211}, {322}, {411}, {433}, {944}, {11 5 5}
5	TRIACISOTTAEDRI	{221}, {331}, {332}, {661}
6	PENTAGONODODECAEDRI	{210}, {120}, {320}, {230}, {410}, {430}, {540}, {560}, {520}, {250}, {530}, {750}, {310}, {710}, {920}, {670}, {11 4 0}, {10 3 0}, {19 14 0}, {780}
7	DIPLOIDI	{231}, {421}, {841}, {932}, {10 6 1}, {10 8 7}, {11 5 2}

Tav. 24 - Morfologia dei cristalli di pirite (da Struver, 1871 e Brugnatelli, 1895).

Storia:	<p>Era conosciuta già nell' Antichità. Il suo nome viene dal greco <i>pyr</i> = fuoco, perchè produce delle scintille quando la si percuote. I Greci la consideravano come un rimedio che doveva, secondo Plinio, evitare « la putrefazione del sangue » e la portavano come amuleto. Gli Incas ne facevano degli specchi. Si sono trovate nelle loro tombe grandi lastre lucenti di pirite; per questa ragione la pirite si chiama anche « pietra degli Incas ». Gli studiosi del Medio Evo avevano sulla pirite delle conoscenze pratiche che venivano dall' esperienza dei minatori, ma solo più tardi si acquistarono conoscenze più precise su questo e sui minerali che gli" assomigliano. Il mineralogista tedesco J. Fr. Henckel, nella sua opera « Pyritologia oder Kiess-Historie » (1725) ha dato alla pirite il nome divertente di « Hans su tutte le strade ». In effetti la pirite si trova dappertutto. Ognuno ha notato nei pezzi di carbone piccoli grani o cristalli gialli che ricordano l'oro.</p>
Provenienza:	N°3 Gruppo Mineralogico Basso Canavese n° 1 Liceo Scientifico A. Avogadro
Data:	16/02/02--22/01/2007-05/01/2008

Dalla pirite all'acido solforico	<p>Per combustione dello zolfo o dei solfuri con aria si forma l'anidride solforosa, che trova applicazione nell'industria come liquido circolante nei frigoriferi, come decolorante per vini, come sostanza sbiancante per le fibre tessili animali, ma soprattutto per la produzione di acido solforico. Le reazioni che conducono alla formazione di SO₂ sono $S + O_2 = SO_2 \quad (1)$</p>
---	---



Le combustioni (1), (2), (3) si fanno avvenire con aria, perciò si ottiene un miscuglio di anidride solforosa e azoto con una percentuale teorica massima di SO_2 del 20% dalla (1), del 15,3% dalla (2) e del 14,3 % dalla (3).

Nella riduzione del solfato di calcio con carbone la percentuale massima di anidride nei gas è del 50 %.

Qualora si voglia ottenere anidride solforosa secondo la reazione (1) lo zolfo viene fatto bruciare in cilindri di ghisa orizzontali, detti forni o padelle, entro i quali esso viene introdotto in piccoli pezzi mediante padelle di lamiera.

Per le grandi produzioni di SO_2 , come quella necessaria all' industria dell' acido solforico, le materie prime più usate sono la pirite e altri solfuri, ma anche zolfo sia di estrazione sia di depurazione di gas naturale e di gas di raffineria (USA, Gran Bretagna, Germania e ultimamente anche Italia).

L'arrostimento della pirite (2) si fa avvenire in grandi forni meccanici, ideati da Frasch nel 1890 e successivamente migliorati.

Esistono oggi diversi tipi di tali forni. Uno di potenza normale può avere le seguenti dimensioni: raggio 2,5 metri e altezza 7 metri; è diviso in 5 o 7 ripiani nei quali la pirite, scendendo via via verso il basso, reagisce con l'ossigeno dell' aria che giunge in controcorrente e può arrostitire intorno alle 10 tonnellate di pirite in 24 ore.

Le ceneri in un forno di questo genere possono contenere un residuo di zolfo che varia dallo 0,7 al 2 %.

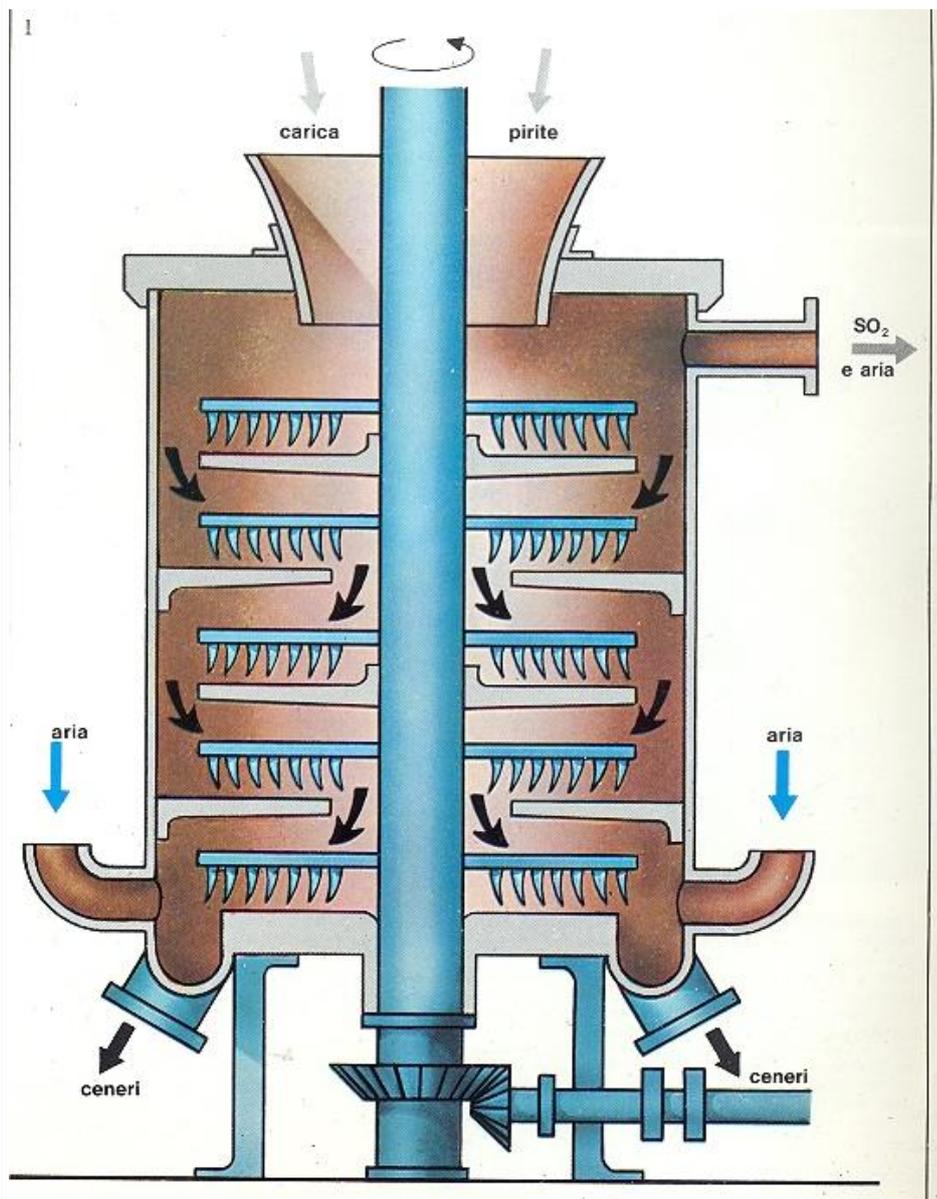
Si sono costruiti negli ultimi anni dei forni capaci di arrostitire 45 tonnellate al giorno di pirite.

Comunque il perfezionamento più degno di nota è la costruzione di forni ad alimentazione multipla dove la pirite partendo dal primo ripiano viene divisa in tre parti che passano al secondo, al quarto e al sesto ripiano e da questi rispettivamente nel terzo, nel quinto e nel settimo, riunendosi poi tutti nell'ottavo. Da quest'ultimo finiscono nel nono.

Con questo sistema si ottiene una migliore distribuzione di temperatura e una velocità di lavorazione superiore.

I forni descritti vengono usati se la pirite si trova in pezzi; i forni usati per arrostitire la pirite polverizzata sono costituiti da bruciatori a ugello molto simili a quelli che si usano per bruciare il carbone polverizzato oppure da forni a letto fluidizzato.

Questi ultimi sono costituiti da un cilindro alimentato a un terzo della sua altezza con una sospensione di pirite in acqua; dal basso viene introdotto l'ossigeno.



FORNO PER L'ARROSTIMENTO DELLA PIRITE In questa figura è schematizzato uno dei forni usati per produrre anidride solforosa: è una torre cilindrica rivestita esternamente da lamiera e internamente da mattoni refrattari che servono a proteggere il forno dall'azione del calore e contemporaneamente ne diminuiscono le dispersioni.

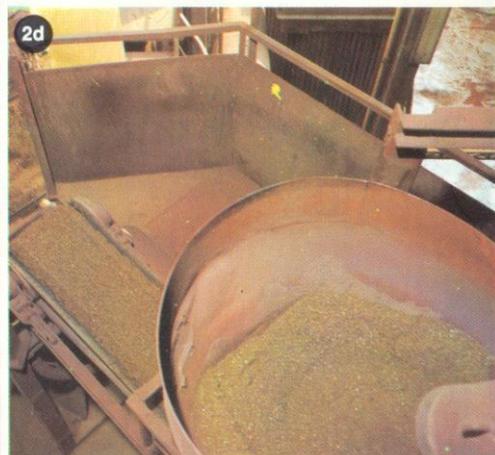
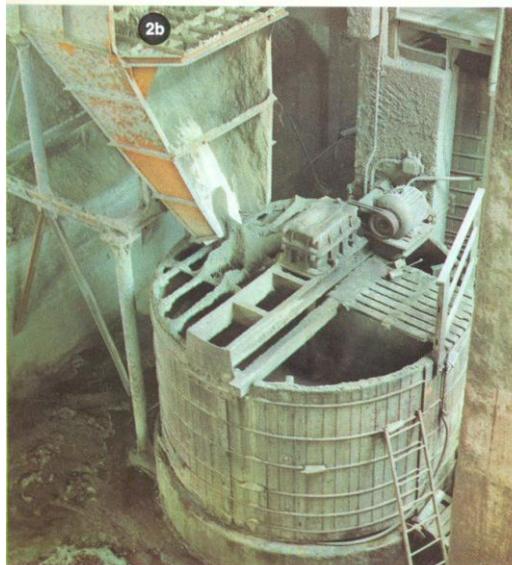
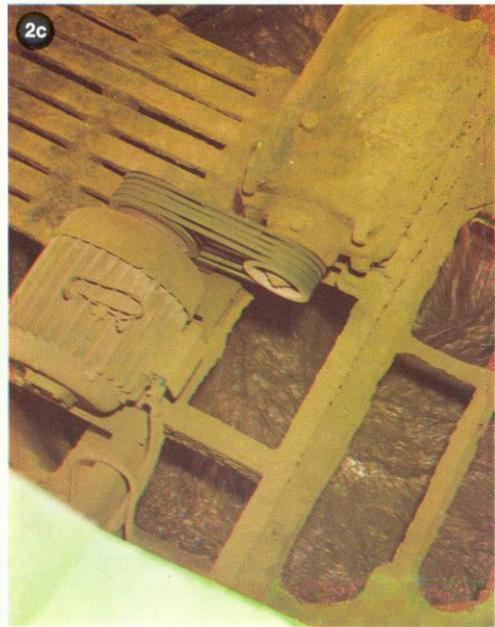
All'interno è diviso in più piani (5, 7 o 9) portanti tutti un'apertura centrale e alternativamente un'altra verso la periferia o verso il centro.

Nell'apertura centrale è infilato un albero rotante che, in corrispondenza di ogni piano, porta due bracci di ghisa a forma di rastrelli disposti in modo da spingere il materiale, durante il movimento di rotazione, o verso il centro o verso la periferia della torre.

In tal modo la pirite, caricata attraverso la tramoggia superiore, scende lentamente verso la base del forno e passando da un ripiano all'altro reagisce con l'ossigeno dell'aria che giunge in controcorrente e dopo aver percorso tutti i ripiani esce infine attraverso le aperture di scarico.

Le aperture tra un ripiano e l'altro servono sia per il passaggio della pirite sia per il

passaggio dell'ossigeno e dei gas di combustione.
 Le ceneri che si scaricano, dalle quali verrà poi estratto il ferro, non contengono più del 2% di zolfo.
 La SO_2 esce dall'alto con l'aria in eccesso.
 In un forno di cinque piani, come quello della figura, si bruciano circa 3 tonnellate di FeS_2 in un giorno.
 La temperatura al quinto e al quarto piano è di 600° , per poi scendere a 300° e $160^\circ C$ rispettivamente nel secondo e primo piano.
 Per evitare il surriscaldamento dell'asse rotativo e dei bracci, questi, costruiti cavi all'interno, vengono percorsi da acqua o altro fluido refrigerante.
 Generalmente la base del forno è sollevata da terra e sostenuta da colonne di ghisa. L'albero è azionato nella parte inferiore e il minerale viene caricato dall'alto con un meccanismo automatico.



PREPARAZIONE DELL'ANIDRIDE SOLFOROSA DA PIRITE - La pirite (FeS_2) è un minerale dotato di una elevata durezza (6-6,5).
 Contiene il 53,4% di zolfo e molto spesso tracce di arsenico, rame e anche oro e argento.
 La pirite è una delle materie prime per la preparazione dell'acido solforico al quale si arriva attraverso l'anidride solforosa. Nel processo di preparazione dell'anidride solforosa

	<p>che si fa avvenire negli impianti rappresentati in questa sequenza di fotografie si parte da pirite in due stati fisici: pirite pulverulenta (a) e pirite granulare (d). La prima viene spappolata con acqua, mantenendo le proporzioni rispettivamente dell'acqua e della pirite all'80 e al 20% circa (b). In c possiamo vedere un particolare della pirite pulverulenta spappolata in acqua. La pirite granulare viene semplicemente setacciata (d) ed è così pronta per l'arrostimento. In e vediamo il forno di arrostitimento della pirite flottata; l'aria che viene insufflata oltre a mantenere la combustione agita la massa. Alla fine si ottiene anidride solforosa al 14%.La pirite granulare setacciata passa direttamente al forno di arrostitimento rappresentato in f.</p>
	<p>METODO CATALITICO O A CONTATTO DIRETTO - Si svolge attraverso cinque fasi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) depurazione dei gas provenienti dalla torre di arrostitimento; 2) preriscaldamento dei gas; 3) ossidazione catalitica; 4) raffreddamento dei gas all'uscita dell'apparecchio di catalisi; 5) assorbimento in acqua della SO₃ per dare acido solforico. <p>In figura, l'anidride solforosa e l'aria, provenienti dalla torre di arrostitimento e dal sistema di purificazione, entrano nel mescolatore-lavatore M dove la miscela gassosa viene lavata e arricchita ulteriormente di aria.</p> <p>All'uscita i gas vengono convogliati alla torre di sintesi TS, previo passaggio attraverso gli scambiatori di calore S, dove raggiungono la temperatura di 450°C.</p> <p>Internamente alla torre di sintesi il catalizzatore è stratificato in numerosi pianerottoli in modo che i gas possano passare a contatto almeno due volte: in determinati punti della torre, poiché per effetto della reazione la temperatura tende a salire, dei tubi a U fanno circolare la miscela gassosa negli scambiatori S, dove quest'ultima, raffreddandosi, riscalda i gas che entrano: si crea così un'uniformità di temperatura.</p> <p>Uscendo dalla torre di sintesi, l'anidride solforica entra nella torre di assorbimento A, alimentata dall'alto con acido solforico a una opportuna concentrazione: in I viene raccolto l'H₂SO₄ -concentrato o l'oleum (H₂SO₄ + SO₃).</p> <p>I grani di anidride vanadica (che funge da catalizzatore) sono stratificati nella torre di sintesi su supporti forati per permettere la circolazione dei gas.</p> <p>Notare i due punti in cui sono inseriti i tubi a U (disegnati in rosso nello schema) che convogliano i gas troppo caldi agli scambiatori di calore.</p> <p>Tra il catalizzatore, l'anidride solforosa e l'ossigeno si verificano delle vere e proprie reazioni chimiche che portano alla formazione di composti intermedi: dalla immediata decomposizione di questi si origina alla fine l'anidride solforica.</p>
<p>Produzione di acido solforico per contatto</p>	<p>Previa depurazione dell' anidride solforosa è possibile preparare l'acido solforico con due metodi principali. Il processo delle camere di piombo Consideriamo ora il metodo a contatto diretto: in esso si verifica la trasformazione dell' anidride solforosa in anidride solforica secondo la reazione</p> $\text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + 22,6 \text{ kcal}$ <p>La SO₃, con l'acqua, dà poi H₂SO₄.</p> <p>Alla temperatura di 450°, circa il 97% della SO₂ si è convertita a SO₃, benché ciò avvenga in modo piuttosto lento. Tuttavia al disopra dei 500°C, trattandosi di una reazione di equilibrio, cioè reversibile, l'anidride solforica si dissocia in ossigeno e anidride solforosa.</p> <p>L'ideale quindi sarebbe operare tra queste due temperature, ma anche in tali condizioni, che possono essere migliorate aggiungendo ossigeno in eccesso, la velocità di reazione è</p>

così piccola che il tempo richiesto per ottenere un' apprezzabile quantità di SO₃ è tanto lungo da pregiudicare lo sfruttamento industriale.

È necessaria quindi la presenza di un catalizzatore; si usa allo scopo una sostanza solida disposta in modo da presentare una grande superficie: la SO₂ e l'ossigeno, venendo a contatto sulla superficie di questa sostanza, formano la SO₃: da ciò appunto deriva il nome del processo.

Un ottimo catalizzatore è il platino finemente suddiviso, ma dati il suo costo elevato e la sua sensibilità alle impurezze, si preferisce usare negli impianti moderni l'anidride vanadica o pentossido di vanadio, di formula V₂O₃.

Vari sono i modi di preparazione del catalizzatore. Uno di questi consiste nel fondere l'anidride vanadica con silice, cioè sabbia, in presenza di borace e piccole quantità di altre sostanze: dopo un energico lavaggio con acqua per allontanare il borace, usato solo come fondente, il catalizzatore si presenta come una massa granulata, che viene poi ridotta in granuli o cilindretti del diametro di 3-6 millimetri.

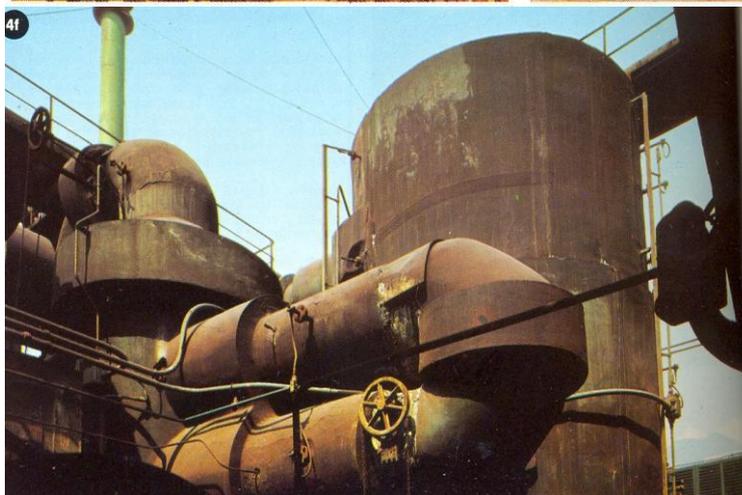
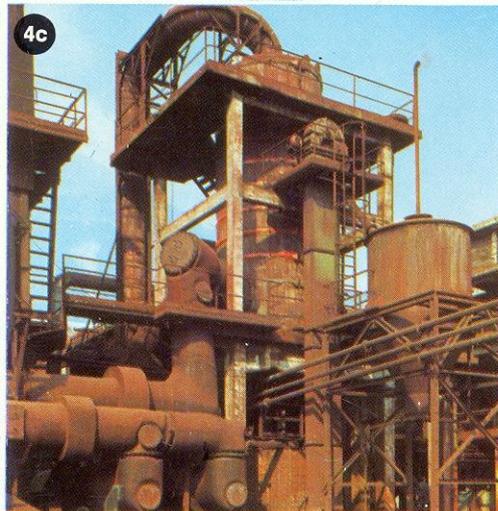
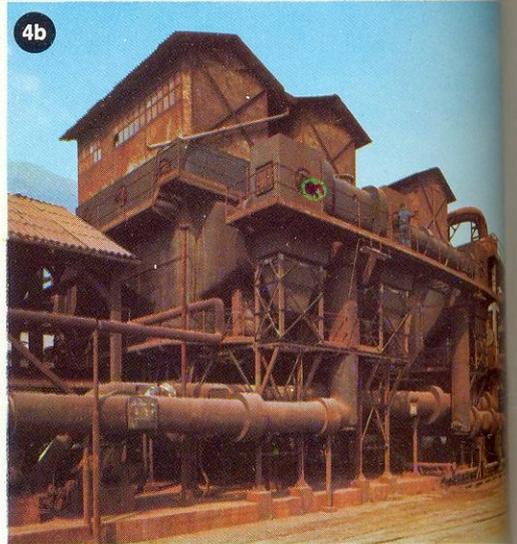
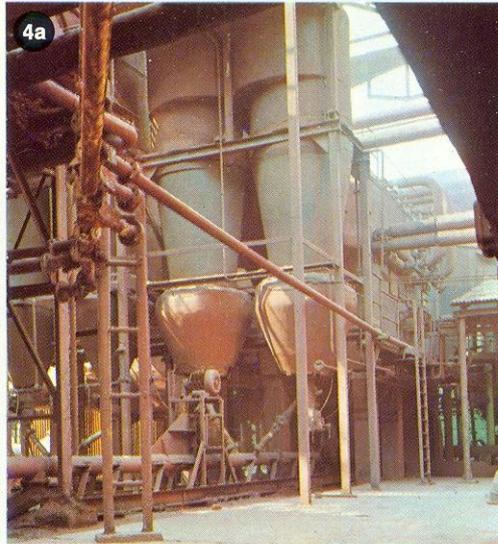
L'anidride solforica non si può far assorbire in acqua per ottenere acido solforico perchè la reazione è fortemente esotermica



si può perciò fare assorbire su acido solforico al 98 %; si ottiene in tal caso oleum al 15-25 % di SO₃.

Alla temperatura in cui si scarica l' oleum la tensione di vapore dell' anidride solforica è molto elevata, perciò se si vuole ottenere oleum più concentrato si lavora in apparecchi di assorbimento fortemente raffreddati.

L'anidride solforica che non viene assorbita in questa prima parte può venire raffreddata in un refrigerante e assorbita in acqua in un particolare settore in cui si produce acido solforico al 98 %; parte di quest'ultimo acido serve ad alimentare la torre dell' oleum. I gas estranei, in solubili, escono dall' alto delle torri di assorbimento.

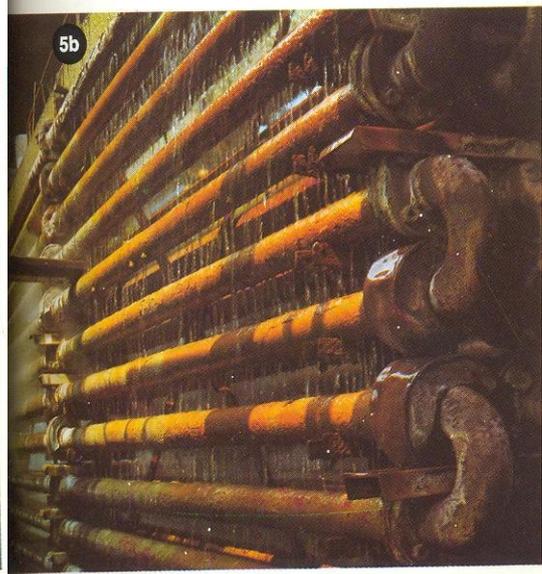
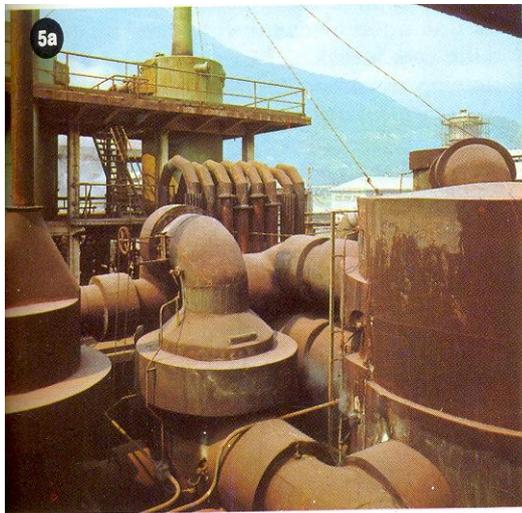


4) PURIFICAZIONE E OSSIDAZIONE DELLA SO_2

I gas provenienti dai forni (figure 2e, 2f) trascinano con sé numerose impurezze che possono essere rappresentate da anidride arseniosa, da vapor d'acqua e .soprattutto da pulviscolo, quest'ultimo costituito principalmente da ossido di ferro.

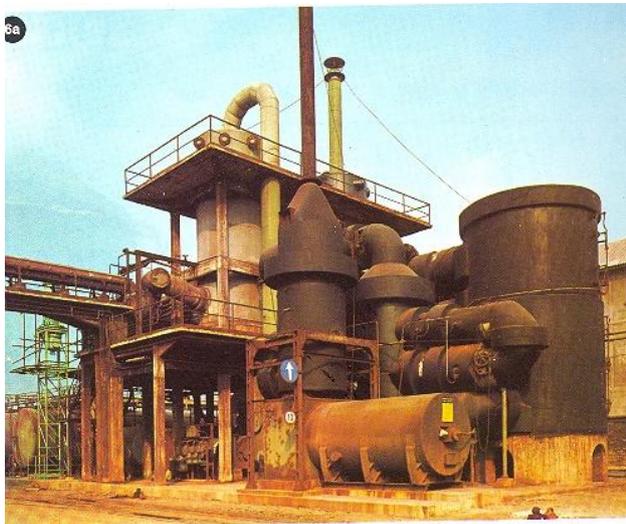
Nel processo delle camere di piombo è in genere sufficiente un impianto di depolverizzazione a caldo (anche se questo non elimina completamente i composti arsenicali), ma per preparare l'acido solforico col metodo catalitico questa. depurazione non è più sufficiente.

Nell'impianto di preparazione dell'acido solforico rappresentato in questa sequenza di fotografie, i gas di arrostitimento contenenti il 14% di anidride solforosa arrivano ai cicloni per una prima depolverizzazione (a). Questi sono costituiti da recipienti cilindrici a fondo conico; da qui passano agli elettrofiltri a caldo (b) e poi alla torre di lavaggio dove viene operato un lavaggio con acqua a ciclo aperto (c, di fianco è visibile anche il silos di raccolta delle ceneri). Si arriva infine agli elettrofiltri a freddo dove si ha una precipitazione elettrostatica delle polveri (d). I gas così purificati passano a una torre di essiccamento e agli scambiatori di calore (e) dove vengono portati alla temperatura ideale, per arrivare quindi alla torre di catalisi (f) dove avviene l'ossidazione della SO_2 (al 7-7,5%) a SO_3 in presenza di anidride vanadica che funziona da catalizzatore.



5) ASSORBIMENTO DELL'ANIDRIDE SOLFORICA

La SO_3 ottenuta nella torre di catalisi passa alla torre di assorbimento (a, qui sono anche visibili la torre di essiccamento della SO_2 , operazione precedente all'ossidazione, e la torre di catalisi) dove si forma l'acido solforico. In b vediamo le serpentine di raffreddamento dell'acido solforico.



6) SERBATOI DI RACCOLTA DELL'ACIDO SOLFORICO; RECUPERO DELLE CENERI, PURIFICAZIONE DELLE ACQUE –

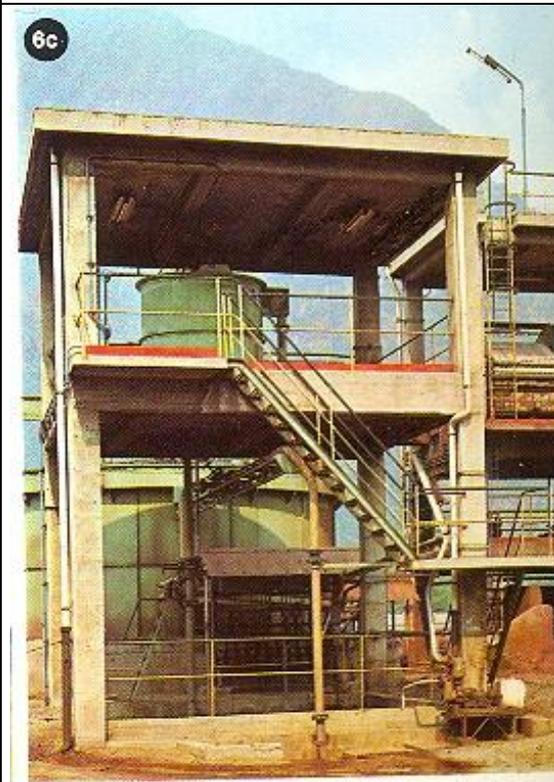
In a vediamo rappresentata una veduta generale della conversione del reparto acido solforico; precisamente si possono riconoscere la torre di catalisi, la torre di essiccamento dell'anidride solforosa, la torre di assorbimento dell'anidride solforica e i serbatoi di raccolta dell'acido solforico.

Per arrostimento della pirite oltre a ottenere anidride solforosa si ottengono anche le cosiddette ceneri costituite principalmente da ossido di ferro.

In b è appunto rappresentata la veduta generale del complesso per il trasporto e il recupero delle ceneri provenienti dalle torri di arrostimento.

Come abbiamo visto nella, figura 4c, uno dei processi di purificazione dell'anidride solforosa prima del passaggio alla torre di catalisi consiste nell'eseguire un lavaggio con acqua a ciclo aperto.

In c è rappresentato il complesso per la purificazione delle acque di scarico della torre di lavaggio, costituito precisamente da un'a apposita vasca di sedimentazione e da un' filtro a tamburo.



martedì 26 dicembre 2006