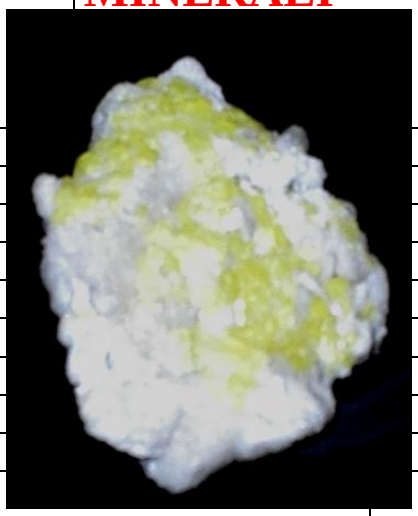
v

MINERALI

Museo del Liceo scientifico A. Avogadro

a cura del Gruppo Mineralogico



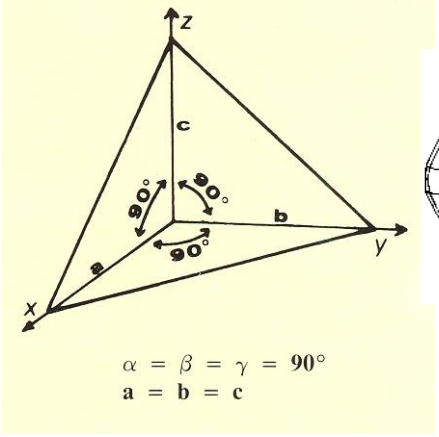
Scheda anagrafica n°:	6
Reperto:	6 - 105
Nome:	Zolfo
Formula chimica:	S
Composizione chimica	S 100%
Peso specifico:	2,05- 2,08
Durezza:	Da 1,5 a 2
Striscia:	Bianca, talvolta giallina
Trasparenza:	Translucida
Lucentezza:	Adamantina sulla superficie dei cristalli, fievole sulle fratture
Sfaldatura:	Imperfetta secondo (001),(110) e (111)
Colore:	Giallo zolfo, giallo miele, giallo bruno o giallo verdastro (a seconda delle inclusioni); le patine polverulente sono biancastre

campione n° 105 con calcite

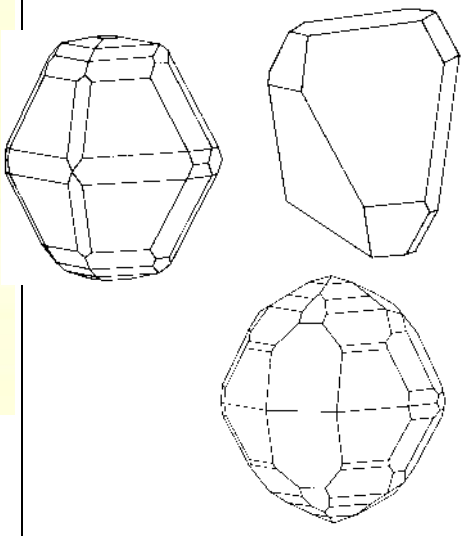
campione n° 6 con celestina

Sistema di cristallizzazione:
I tre assi cristallografici sono tutti di lunghezza diversa.
Due giacciono su di un piano orizzontale, disposti ortogonalmente, il terzo è perpendicolare al piano dei primi due.
La massima simmetria di questo sistema si incontra in cristalli che presentano tre assi binari, tre piani e un centro di simmetria.
Il minimo si ha con la presenza di tre assi di simmetria binari.

Ortorombico



Campione n° 211



Classe:
Elemento nativo.
Minerali formati tutti da atomi della medesima specie e perciò corrispondenti agli elementi della chimica moderna.
Sono per lo più metalli poco ossidabili, come oro,argento ecc. anche corpi non metallici, come lo zolfo
Gli elementi chimici formano un gruppo relativamente poco numeroso di minerali e non si trovano che di rado in natura.
Su 103 elementi chimici attualmente conosciuti, solo 22 costituiscono dei minerali.

	Il numero dei minerali del gruppo degli elementi nativi è però superiore a 22, perchè certi formano due minerali, come per esempio il carbonio che si presenta come diamante e grafite. Fino ad oggi non si sono mai trovati dei giacimenti di metalli leggeri puri, perchè essi si ossidano facilmente; non si hanno pertanto in natura le condizioni necessarie per mantenerli allo stato puro. Secondo un principio generalmente valido, più sono grandi le capacità di un elemento di combinarsi con gli altri, meno si ha l'occasione di trovarlo allo stato di metallo puro. È così che si trova molto più raramente in natura del ferro puro che dell'oro puro, sebbene il ferro rappresenti più del 4% della crosta terrestre e l'oro solamente qualche parte per milione. Nel sistema mineralogico, noi comprendiamo tra gli elementi anche le leghe naturali come gli amalgami.
Paragenesi:	Gesso, **calcite**, dolomite, stronzianite, **celestina,** aragonite, clorammonio ecc.
Frattura:	Irregolare concoide
Morfologia:	Cristalli; aggregati granulari, terrosi, reniformi e polverulenti, riempimenti, patine, stalattiti.
Sistema cristallino:	Ortorombico a temperatura ambiente (zolfo), monoclino sopra i 95,60°C (zolfo), amorfo **(**sulfurite)
Forma dei cristalli:	Frequenti i bei cristalli di abito bipiramidale, bisfenoidici, tabulari. Talvolta si trovano cristalli sferoidali sfaccettati. A volte forma geminati,gli aggregati granulari, le impregnazioni e le incrostazioni di colore da giallo citrino caratteristico, quando il minerale è puro, fino a bruno e perfino nero
Composizione chimica teorica:	S 100%, presenza di Se, Te, As e Ti
Proprietà chimiche:	Facilmente solubile in solfuro di carbonio, benzolo, petrolio e acido nitrico concentrato. Durezza molto bassa, molto leggero, fragile e con sfaldatura difficile; da trasparente a traslucido con lucentezza da resinosa a grassa secondo la quantità di bitume inglobata. Fonde a bassissima temperatura (119 °C) e brucia a 275 °C dando dei vapori tossici di anidride solforosa. E' un cattivo conduttore del calore tanto che, talvolta, basta il tepore della mano per produrre tensioni interne e fratture nei cristallini. Si carica di elettricità per sfregamento.
Trattamenti:	Pulire con acqua, HCI e H_2SO_4. Attenzione! Lo zolfo è molto fragile e si può facilmente frantumare. I cristalli di zolfo si, possono disgregare al calore della mano
Minerali simili:	In forma pulverulenta copiapite**,** greenockite e orpimento
Differenze:	Bassa durezza, fragilità, basso punto di fusione (brucia alla fiamma di un fiammifero, la fiamma è blu e sviluppa un gas irritante di SO,).
Località:	Abbondante; grandi depositi sedimentari si trovano negli Stati Uniti (Texas e Luisiana), in Polonia, presso Tarnobrzeg (Machow), in URSS (regione di Karacum, sponde dei Volga), in Spagna (regione di Cadice), in Sicilia, ecc. Zolfo di origine vulcanica si trova in Turchia, Messico, Indonesia, Giappone, URSS, Islanda, ecc. I depositi di zolfo nelle zone di ossidazione solfidriche sono privi di interesse pratico (in URSS negli Urali, in Jugoslavia, presso Kostajnik e Alichar). Si forma zolfo in seguito a combustione nelle discariche di carbone o di scisti petroliferi (Stati Uniti, California). Si trovano cristalli perfetti di zolfo nei depositi siciliani, marchigiano-romagnoli, I piú bei cristalli di S vengono dalla Sicilia (Agrigento e Caltanissetta) e dalla Romagna (Perticara). Cristalli di S dai Campi Flegrei (Campania) in Polonia e negli Stati Uniti. Sono stati trovati cristalli di dimensioni eccezionali fino a 14 x 13 x 4 cm.
Utilizzazioni:	La maggior parte dello zolfo ora in commercio è un sottoprodotto dell'industria petrolifera (desolforazione degli idrocarburi) ed è la materia prima per la produzione dell'acido solforico; viene anche utilizzato nella vulcanizzazione della gomma e nella fabbricazione di

	esplosivi, anticrittogamici e fertilizzanti. In passato il nostro paese era il maggior produttore di zolfo, grazie alle solfare siciliane, ma, a partire dal 1900, la massima produzione è passata agli USA, dove i duomi di sale sono sfruttati con perforazioni in cui circola acqua surriscaldata. Modesta la produzione solfatarica (Giappone e Indonesia).	
Lo zolfo nativo:	E' un minerale assai comune e diffuso in molte località. I cristalli, di simmetria rombica, sono per lo più di abito bipiramidale, troncati alle estremità, e possono raggiungere dimensioni piuttosto ragguardevoli. Esistono per lo meno tre giaciture principali dei cristalli di zolfo. Il primo tipo si ha entro rocce sedimentarie, in associazione con gesso, aragonite, celestina, ecc., e qui in genere si hanno i migliori cristalli. Un secondo tipo di giacitura è quello vulcanico, alla bocca della maggior parte delle fumarole: questi cristalli, in genere assai allungati, con terminazioni acute, sono particolarmente delicati da trasportare, ma se arrivano intatti nelle collezioni possono costituire ottimi campioni. Un terzo tipo di giacitura si ha al cosiddetto "cappello", e cioè nelle parti più superficiali dei giacimenti di minerali metalliferi, dove appunto, per parziale ossidazione dei solfuri (specie pirite, pirrotina nonché antimonite) si possono osservare a volte degli splendidi cristalli, anche se di solito piuttosto piccoli, con abito ricco di faccettine diverse.	
In Italia lo zolfo migliore:	Forse i migliori campioni in assoluto provengono da località italiane. Specialmente in Sicilia, in provincia di Agrigento, Caltanissetta, ecc., si ricordano celeberrime miniere, ora per la maggior parte irrimediabilmente chiuse (solfare di Cianciana, Racalmuto, Cattolica, ecc.); l'unica da cui ora provengono buoni campioni è presumibilmente quella di Cozzodisi presso Casteltermini (Agrigento). Ma i cristalli di zolfo non erano solamente limitati alle zolfare siciliane: un'altra celebre località è Perticara in Romagna, da dove provenivano splendidi campioni rivestiti generalmente da bitume; anche a Cabernardi presso Bellisio, nelle Marche, si avevano bei cristalli di zolfo, ma ora queste località sono esaurite o comunque inattive. Qualche magnifico cristallino si osserva, come rarità, anche nel marmo di Carrara, dove è assai ricercato. Campioni di zolfo che ricordano alquanto quelli siciliani provengono dalla Polonia (regione di Tarnobrzeg) o da San Felipe, nella Baja California (Messico). Tra i campioni di origine vulcanica, dei quali i più stabili sono i cristalli impiantati direttamente su una matrice compatta di zolfo fuso solidificato, si possono ricordare in primo luogo quelli provenienti dal cratere di Vulcano nelle Isole Eolie. Tra quelli che si trovano al "cappello" delle miniere, piuttosto notevoli sono alcuni esemplari provenienti dalla Niccioleta, presso Massa Marittima, dove una miriade di cristalli lucentissimi, tabulari riveste cristalli di pirite, nonché quelli di Pereta, particolarmente brillanti e ricchi di forme diverse Citato come presente nella miniera di Traversella in Piemonte ed alla miniera del "Trou des Romains" a Courmayeur in Valle d'Aosta. In Lombardia si trova in minutissimi cristallini o in masserelle giallo verdastre nella ricerca di minerali *di Piombo* di Rio Carpane a Boarezzo (Varese); entro *l'Anidrite* o il *Gesso* in granuli o spalmature a Costa Volpino e a Livigno. In spalmature sul calcare, assieme a cristallini di *Calcite, di Dolomite e* di Stronzianite in una cava presso Endine. Nell'Emilia, Romagna, Marche esistevano miniere di Zolfo, ora abbandonate, a Formignano (Cesena); a Cabernardi (Sassoferrato); a Perticara (Novafeltria); a Percozzone (Pergola); a Boratella (Mercato Saraceno). In Toscana lo *Zo*lfo si trova a Poggio Orlando (Lornano, Siena) ed in piccolissima quantità sulla *Pirite* della miniera Niccioleta (Massa Marittima); Zolfiere a Pereta e a Casal di Pari su *Antimonite*. Nel Lazio in masserelle incrostanti o anche in piccoli cristalli: al Monte Solforoso (Baccano) ed alle "Solfatare" di Manziana e di Latera In Campania importanti miniere di Zolfo si trovano ad Altavilla Irpina (Benevento) mentre *Zolfo* "monoclino" in piccoli cristalli aghiformi si trova presso le fumarole della Solfatara di Pozzuoli e si trovava nelle fumarole del Vesuvio, dopo le eruzioni. In Sardegna è raro. Si ritrova nell'Iglesiente e nell'Arburese entro borse della Galena e aderente alla Cerussite e Anglesite delle M.re di Monteponi, Montevecchio, Malfidano, SI Zurfuru. Segnalato anche nelle M.re di Tiny e Arenas (Oridda) e deIl' Argentiera (Nurra,	

	Sassari).	
Lo Zolfo in natura:	Lo zolfo è un elemento molto diffuso nella litosfera; forma moltissimi minerali che possono essere raggruppati in formazioni rocciose imponenti oppure possono formare giacimenti sfruttabili per l'estrazione sia dello zolfo sia degli elementi cui è legato. Lo zolfo possiede interessanti proprietà chimiche e si presenta sotto una grande varietà di forme sia allo stato solido sia liquido. Nel mondo biologico assume importanza fondamentale in quanto costituisce circa il due per mille in peso delle proteine che sono contenute negli animali e nelle piante. L'industria utilizza moltissimi composti dello zolfo fra cui quello più importante è l'acido solforico, sostanza prodotta nel mondo in maggiore quantità. Lo zolfo si trova in natura sotto forma di solfuri, di solfati e libero o nativo. Grandi quantità di zolfo nativo si trovano in vicinanza di vulcani; i gas delle emanazioni vulcaniche, infatti, contengono composti di questo elemento che, giunti in superficie, a causa di bruschi raffreddamenti e diminuzioni di pressione, si decompongono in parte liberando lo zolfo. Per questo le bocche delle sorgenti di gas vulcanici sono ornate da spesse incrostazioni di zolfo. Estesi giacimenti di zolfo posseggono questa origine vulcanica; spesso in essi questo elemento appare sotto forma di cristalli di notevoli dimensioni e dall'aspetto tipico. Molto importanti fra i composti sono i solfuri. Lo zolfo infatti si trova combinato sotto forma di solfuro con una grande quantità di elementi metallici e semimetallici: i composti più importanti sono la pirite o solfuro di ferro, di cui abbiamo già parlato a proposito di questo elemento, la galena o solfuro di piombo, la blenda o solfuro di zinco, il cinabro o solfuro di mercurio, la stibina o antimonite, solfuro di antimonio. Dalle piriti ha uguale importanza estrarre il ferro e lo zolfo; dalla galena e da tutti gli altri solfuri, al contrario, si preferisce estrarre l'elemento associato. I solfati più importanti sono il solfato d calcio biidrato o gesso, che si presenta sotto forma di bei cristalli trasparenti talvolta dotati di dimensioni macroscopiche, il solfato di magnesio eptaidrato o sale di Epsom, il solfato di stronzio detto celestina il solfato di bario o barite. Talvolta processi di alterazione chimica hanno liberato zolfo nativo da giacimenti o da filoni di minerali contenenti questo elemento. Una quantità notevole di zolfo si trova anche nel carbone, generalmente sotto forma di zolfo organico, ma si può anche presentare sotto forma di solfuri metallici. Spesso tale elemento arriva a costituire il 2 % in peso del carbone e conferisce a esso proprietà sfavorevoli alla sua utilizzazione come combustibile. Infatti la combustione in aria dello zolfo produce anidride solforosa che avvelena i fumi e dà luogo alla formazione, con l'acqua contenuta nell'aria atmosferica, a sostanze fortemente corrosive per le caldaie. Spesso il carbone viene liberato dallo zolfo mediante un processo, detto di flottazione, producendo in questo modo un combustibile di ottima qualità; inoltre si ottengono, come sottoprodotti, minerali solforati utili. Tuttavia si tratta di un processo del tutto secondario. I maggiori giacimenti di zolfo si trovano nel sud degli Stati Uniti (Texas e Louisiana), in Messico, in Giappone, in Cile e in Italia. I più importanti giacimenti italiani sono in Sicilia, seguono quelli delle Marche e della Romagna. I giacimenti siciliani sono tra i più importanti del mondo, ma la difficoltà di estrazione ne impedisce uno sfruttamento economico. Nel secolo passato i giacimenti della Sicilia fornivano la quasi totalità dello zolfo mondiale, ora sono in fortissimo regresso.	
L'estrazione dell'elemento:	Il processo più economico per l'estrazione dello zolfo è quello della trivella ad acqua surriscaldata o processo Frasch. Esso è applicabile solo ai giacimenti nei quali lo zolfo si trova raccolto in strati o lenti di forte spessore alternati a strati di rocce praticamente impermeabili e a profondità non troppo	

	elevate. Mediante una torre di perforazione, con tecnica analoga a quella delle perforazioni petrolifere, ma in modo molto più semplice a causa della minor profondità, si pratica un foro nel terreno fino a incontrare lo strato di zolfo a una media di 200 metri sotto il livello del suolo. Nel foro si introduce poi una sonda composta da tre tubi concentrici; quello più esterno porta verso il basso acqua calda surriscaldata alla temperatura di 160' tenuta sotto forte pressione per non farla bollire. L'acqua giunta a contatto con lo zolfo ne fonde una certa quantità. Dal tubo centrale della sonda viene pompata aria compressa e calda che viene fatta gorgogliare nella miscela di zolfo e acqua; questo facilita la loro salita nell'intercapedine compresa tra il tubo interno e quello intermedio. E' poi molto facile liberare lo zolfo dall'acqua; in questo modo si ottiene un prodotto molto puro: le impurezze non arrivano al 5 %. Il processo descritto è utile per ottenere zolfo sia da giacimenti terrestri sia sottomarini; in questo caso, analogamente a quanto si fa nella tecnica petrolifera, la perforazione viene compiuta da unità galleggianti. Il processo ad acqua calda non è applicabile nei giacimenti di tipo siciliano, nei quali lo zolfo si trova mescolato alla roccia madre; esso allora viene estratto disponendo i blocchi di roccia e zolfo, frantumati nel processo di estrazione, in particolari forni nei quali una parte dello zolfo viene bruciato, e, col calore prodotto da questa combustione, si fonde il rimanente. Si tratta di un processo anti Economico in quanto richiede l'estrazione del materiale, l'impilaggio nei forni, la perdita di una notevole quantità (circa la metà) del materiale che viene bruciato, la pulitura dei forni. L'arricchimento del materiale, prima dell'estrazione dello zolfo, richiede altre lavorazioni che non permettono un notevole risparmio. Per questo lo zolfo siciliano costa oggigiorno circa il triplo di quello americano.	
Altre sorgenti di Zolfo:	Lo zolfo viene anche estratto da gas petroliferi nei quali è presente come idrogeno solforato: questo processo è sfruttato in Francia che sta diventando, per questa via, il secondo paese produttore di zolfo. Una grande quantità di zolfo, prodotta mediante il processo di arrostimento delle piriti, viene direttamente trasformata in anidride solforosa e inviata in genere, alla produzione di acido solforico. Il 75 % dello zolfo prodotto in tutto il mondo serve per la produzione dell'acido solforico.	
Le proprietà dell'elemento	La forma cristallina stabile dello zolfo è quella rombica. Se i cristalli di zolfo rombico vengono scaldati alla temperatura di 95,6°C vengono trasformati in cristalli di zolfo monoclino; se la temperatura viene nuovamente abbassata, la forma monoclina diventa instabile, si ha cioè tendenza al ritorno alla forma rombica. Entrambe le trasformazioni sono lentissime per cui, se si riscalda velocemente lo zolfo rombico al di sopra del punto di fusione (119°C), si ha passaggio diretto da questa forma al liquido senza passare attraverso la modificazione monoclina. Se si fonde lo zolfo, si ottiene un liquido poco viscoso che aumenta però di viscosità col riscaldamento. In seguito tale viscosità diminuisce e nello stesso tempo il liquido subisce cambiamenti di colore. Queste variazioni nelle sue caratteristiche sono dovute al diverso modo di disporsi degli atomi di zolfo nelle molecole. Nelle forme scorrevoli fluide, si ritiene che gli atomi siano disposti nelle molecole ottoatomiche in forma di anelli chiusi: col riscaldamento questi anelli si aprirebbero per unirsi in lunghe catene (aumento della viscosità) che per ulteriore riscaldamento si	

	spezzerebbero-(diminuzione della viscosítà). Il raffreddamento del liquido conduce alla formazione di una sostanza elastica che si può considerare come un liquido sottoraffreddato e che viene chiamata zolfoplastico. I vapori che si liberano dal liquido mostrano di esser composti da molecole S_8; così anche lo zolfo in soluzione con solventi organici ha la stessa natura molecolare. A temperature superiori, a 860°, invece, i vapori sono costituiti da molecole S_2. A temperature ancora superiori le molecole si dissociano in atomi. Lo zolfo è un solido intensamente colorato in giallo (le forme amorfe e i liquidi viscosi hanno invece colorazione bruna) che a temperature inferiori agli 80°C diviene quasi incolore. E' un ottimo isolante dell'elettricità; in polvere, infatti, è usato in esperienze elettrostatiche. Il suo punto di ebollizione, molto ben definito, serve da riferimento per la taratura di termometri per temperature elevate. Molti solventi organici, come benzolo e solfuro di carbonio, lo sciolgono con facilità; in acqua e alcool è invece insolubile.	
Proprietà chimiche e composti:	Lo zolfo appartiene allo stesso gruppo di ossigeno, tellurio e selenio; molti suoi composti hanno infatti un comportamento chimico simile a quello dell'ossigeno. Possiede una valenza massima uguale a 6 e tutti i gradi minori, eccettuato il 5. Fra tutti i composti dello zolfo quello più importante dal punto di vista industriale è l'acido solforico,che vedremo in seguito. Una serie importante dei composti dello zolfo è quella dei solfuri. Con l'idrogeno forma l'acido solfidrico, H_2S**,** gas che si trova in natura in molte acque minerali, nelle emanazioni vulcaniche e che si forma inoltre nella putrefazione delle sostanze proteiche. E' un acido debole; si produce in laboratorio in piccole quantità per uso analitico. Industrialmente si produce in forti quantità per mezzo di combinazione diretta di vapori di zolfo e idrogeno. L'odore dell'acido solfidrico ricorda quello delle uova marce; presenta la caratteristica di poter essere percepito se è presente in piccola concentrazione, perché in forti concentrazioni paralizza i centri olfattivi. Con l'ossigeno si formano gli Ossidi S_2O, SO, S_2O_3, SO_2, SO_3. I Primi si ottengono per combustione dello zolfo in atmosfera povera di ossigeno o da reazioni di decomposizione o scambio. L'anidride solforosa SO_2 si ottiene dalla combustione ordinaria dello zolfo in aria; insieme si forma anche una piccola percentuale di anidride solforica SO_3. Quest'ultima viene prodotta industrialmente ossidando l'anidride solforosa con ossigeno ad alta temperatura in presenza di catalizzatori. Alcune di queste anidridi (in particolare quelle più ricche di ossigeno) formano, in soluzione acquosa, acidi che a loro volta possono reagire con basi per dare i sali corrispondenti. La tabella illustra la famiglia di acidi e di sali che derivano dalle anidridi accennando anche agli usi principali.	
Storia:	Anche se questo minerale è tra quelli da più lungo tempo conosciuti, le prime notizie "precise" sulla presenza dello zolfo al Vesuvio furono date dal Della Torre (1755). Tale minerale si rinviene generalmente alle fumarole di bassa temperatura (100°C). Il modo di presentarsi dello zolfo è vario, generalmente si presenta microcristallino o granulare, mentre i cristalli non superano i 3 mm [eccezionalmente 5 mm, secondo Monticelli e Covelli (1825)]; l'*habitus* è quello caratteristico rombico-bipiramidale, più o meno ricco di facce, mentre il colore è giallo-citrino, non sono rare le colorazioni giallo-arancio o bruniccio per la presenza di tracce di selenio (Zambonini, 1935). Attualmente si rinviene alle fumarole del fondo del cratere in cristalli rombico-bipiramidali con le facce conformate a tramoggia (Russo e Langella, 1998). La specie attualmente prodotta è quella rombica: zolfo-alfa. La fase monoclina, zolfo-beta, fu individuata dal Lacroix (1907) alle fumarole del 1906, ma non essendo stabile si trasforma rapidamente nella fase rombica; tale trasformazione è reversibile ed è una conseguenza della variabilità	

	della temperatura della fumarola. Lo zolfo è stato rinvenuto in paragenesi con realgar, con opale e con allume potassico, alunogeno, gesso, voltaite, metavoltina (Zambonini, 1935), più recentemente anche con picheringite ed alotrichite (Russo, 1997). L'attuale genesi di questo minerale è da attribuire alla ossidazione dell'idrogeno solforato presente nei gas delle fumarole, secondo la reazione: $2H_2S + O_2 = 2S + 2H_2O$; in passato esso veniva prodotto anche in quelle ad anidride solforosa: $2H_2S + SO_2 = 3S + 2H_2O$.	
Data	28/11/01--04/02/2007--10/12/2007	

ANI-DRIDE	ACIDO	SALE	USI
S_2O sottossido		K_2SO_2 solfossilato	stampe dei tessuti
SO protossido		$K_2S_2O_3$ tiosolfato	fissatore in fotografia
S_2O_3 sesquiossido		$K_2S_2O_4$ idrosolfato	stampe dei tessuti
S_2O anidride solforosa	H_2SO_3 acido solforoso	K_2SO_3 solfito	preparazione della cellulosa del legno, conservazione degli alimenti
SO_3 anidride solforica	H_2SO_4 acido solforico	K_2SO_4 solfato	concimi (persolfati), oleum, esplosivi