

## I MINERALI PRESENTI NELLE CAVITÀ DEI PROIETTI DELL'APPARATO VULCANICO DI VICO - ITALIA CENTRALE (\*\*\*\*)

### INDICE

RIASSUNTO	pag. 47
ABSTRACT	" 47
INTRODUZIONE	" 47
CENNI GEOLOGICI	" 48
TIPOLOGIE DEI PROIETTI	" 48
I MINERALI	" 51
CENNI SULLE IPOTESI MINEROGENETICHE	" 63
BIBLIOGRAFIA	" 65

### RIASSUNTO

L'area vulcanica di Vico, nell'Italia centrale, è di estremo interesse per la singolarità ed abbondanza di specie mineralogiche, non comuni, rinvenute quasi esclusivamente nelle cavità di blocchi olocristallini emessi durante alcuni stadi dell'attività vulcanica. In tali proietti, talora costituiti da xenoliti, sono state rinvenute specie mai segnalate, riconosciute ufficialmente dall'International Mineralogical Association (I.M.A.), oppure rarissime, in gran parte contenenti elementi leggeri come B, Be e F, pesanti come Th, U ed infine REE.

Il presente lavoro esprime un bilancio delle conoscenze finora acquisite su tali inconsuete mineralizzazioni. Vengono qui descritte le specie di maggiore interesse mineralogico, per le quali si riportano le principali caratteristiche fisiche macroscopiche, talora correlate con dati chimici. Dei minerali ritenuti più caratteristici si riporta anche una documentazione fotografica.

### ABSTRACT

The volcanic area of Vico is of great interest the conspicuous presence of peculiar minerals found exclusively inside the cavities of holocrystalline blocks ejected during various phases of the volcanic activity. These blocks (ejecta and / or xenoliths) contain both newly discovered minerals, which have been recognized officially by the I.M.A., and very rare known species, often containing light elements such as B, Be, and F or heavy elements such as Th and U, and REE.

The present work reviews the knowledge acquired so far on all these unusual mineralizations. The species considered of major mineralogical interest are described.

Their main macroscopic physical characteristics and, in some cases, their chemistry are listed. Pictures of the most characteristic minerals are shown.

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Camerino

(\*\*)Dipartimento. di Scienze della Terra, IIIa Università, Roma.

(\*\*\*) Gruppo Mineralogico Romano c/o Collegio Nazareno, Roma.

(\*\*\*\*) Contributo 60% Università di Camerino.

PAROLE CHIAVE: Vulcano di Vico, Proietti, Xenoliti, Geodi, Minerali di REE, radioattivi e di elementi leggeri.

KEY WORDS: Vico Volcano, Ejecta, Xenolithes, Geodes, REE and light element minerals.

### INTRODUZIONE

L'area vulcanica Vicana si è sempre rivelata di estremo interesse per il rinvenimento, entro cavità di proietti, di minerali non comuni. A partire dal secolo scorso l'attenzione di molti studiosi è stata rivolta ai proietti, di tipo olocristallino: BROCCI (1817) li chiamò "rocce primitive"; VOM RATH (1866), descrisse alcuni minerali in essi contenuti; altri minerali furono segnalati successivamente da STRÜVER (1876); ma bisogna arrivare a MERCALLI (1889) perché i materiali vengano definiti per la prima volta "proietti vulcanici", rinvenendoli soprattutto nel "tufo a pomici nere ove esso passa a conglomerato a grossi elementi, nelle parti nord occidentali del Lago di Vico".

FANTAPPIÉ nel 1896 descriveva tali litotipi definendoli ancora come "rocce antiche" avendoli interpretati quali "blocchi erratici". Occorre sottolineare che, mentre taluni proietti sono costituiti da aggregati di cristalli di feldspato potassico, soprattutto sanidino, altri, come quelli descritti da SABATINI (1912) come "plagioclasiti", si caratterizzavano per il predominio del plagioclasio; altri ancora, costituiti in gran parte da pirosseno vennero citati da MERCALLI (1889) come "proietti pirossenici"; sempre MERCALLI denominava "proietti micacei ed olivini" quelli in cui era presente e predominante biotite e forsterite.

DEECKE nel 1889 descriveva come "Kalksilicatblöcke mit Granat und Vesuvian" un'altra tipologia di proietti, di origine sedimentaria essenzialmente carbonatica, con sovrainposti effetti dovuti ad un termometamorfismo ed a reazioni con fusi silicatici. Tali proietti vennero successivamente descritti anche dal SABATINI (1912) come "calcari più o meno trasformati".

SCHERILLO nel 1940, evidenziava per primo, nei proietti "feldspatici", la presenza di minerali contenenti elementi leggeri, come ad esempio danburite e tormalina, ponendo l'attenzione sull'influenza del contatto fra il magma e le rocce incassanti e sottolineando la problematica delle anomalie geochimiche di tali prodotti vulcanici.

Lo scopo di questa nota è quello di fornire un quadro riassuntivo aggiornato di tutte le specie minerali segnalate nell'area, con particolare riferimento alla loro

sistemica ed ubicazione. Tali informazioni, nel loro insieme, potranno fornire indicazioni utili sui processi che hanno portato alla genesi di queste specie cristalline, talvolta assai rare ed in alcuni casi addirittura riconosciute ufficialmente come nuove dal Comitato Internazionale dell'I.M.A. (vicinite; stoppanite), ovvero come seconde o terze segnalazioni al mondo (peprossite - (Ce), asbecasite - (Sb) ecc.).

Nella descrizione dei minerali, si è ritenuto opportuno inserire la formula cristallografica teorica, il sistema di appartenenza ed anche l'indicazione sulla frequenza del loro rinvenimento (C = comune; F = frequente, ma non comune; R = più di un ritrovamento; RR = un solo ritrovamento). Inoltre si è riportata: la descrizione macroscopica (talora corredata di una rappresentazione fotografica), la località di rinvenimento e, in alcuni casi, quando disponibili, sono stati inseriti anche i dati analitici relativi alla composizione chimica.

## CENNI GEOLOGICI

Il Vulcano di Vico, rientra nella cosiddetta Tuscia "Romana", settore laziale delimitato dal Mare Tirreno e dal Fiume Tevere. Esso appartiene alla fascia degli eventi vulcanici peritirrenici, post - orogenetici, che iniziati con un magmatismo composizionalmente acido, circa 5 - 6 Ma, hanno dato luogo ad effusioni laviche ed ignimbritiche costituendo i centri di Tolfa, dei Ceriti ed il più recente Monte Cimino.

A questi eventi "acidi" è seguita, in età più recente, un'intensa attività magmatica di tipo alcalino - potassica, che ha determinato la formazione dei gruppi vulcanici Vulsini, di Vico e dei Sabatini, sempre a N di Roma, per poi proseguire a meridione con il Vulcano Laziale o Albano, che ne rappresenta la massima evidenza.

Il magmatismo più basico, alcalino - potassico, iniziato circa 1.0 Ma, è continuato senza notevoli soluzioni di continuità sia nello spazio che nel tempo fino ai primordi dell'epoca storica ed è testimoniato ancor oggi da un'attività di emissione di vapori termali e di acque calde mineralizzate.

Nell'area di Vico, al di sotto delle rocce vulcaniche è presente la seguente sequenza stratigrafica: Complesso argilloso calcareo in facies di flysch ("Serie dei Flysch tolfetani" Auct.) (Cretacico sup. - Oligocene); Sedimenti marini detritici sabbioso - limoso - argillosi con livelli e lenti di ghiaie (Plio - Pleistocene) (Fig. 1).

Le sequenze mesozoiche sono state raggiunte attraverso sondaggi profondi, e sono costituite di frequente da litologie schiettamente carbonatiche con calcari, calcari detritici prevalenti su termini dolomitici; queste sequenze vengono generalmente interpretate come appartenenti al substrato regionale e sono rappresentate in superficie anche da modesti affioramenti (Monte Soratte, Monte Le Fate, ecc.).

Localmente (p.es. ad Orte, Gallese ecc.) placche di travertini giacciono sopra i sedimenti clastici Plio - Pleistocenici e precedono tutta la sequenza vulcanica.

La prima attività vulcanica, di questo settore, è riconoscibile dai prodotti che costituiscono il M. Cimino, posto a nord-ovest del Vulcano di Vico; quest'ultimo, successivamente, ha dato luogo ad una importante e pro-

lungata attività eruttiva, le cui fasi terminali sono culminate con la formazione di una caldera, attualmente occupata dal Lago di Vico: il rilievo infracalderico di M. Venere rappresenta l'ultimo evento del settore.

Si possono pertanto distinguere nell'evoluzione del Vulcano di Vico i seguenti eventi:

a) Stadio principalmente lavico, ove sono presenti colate di lava intercalate da depositi scoriacei e cineritici; gran parte di queste colate sono state emesse dal cratere centrale, anche se sono note emissioni locali eccentriche al cono.

b) Stadio "piroclastico", successivo al precedente: ha dato luogo all'emissione di coltri cineritiche, paraignimbritiche ed ignimbritiche (LOCARDI, 1965); al termine di questo processo si è avuto il collasso del vulcano con formazione dell'attuale caldera.

c) Stadio finale: caratterizzato dall'emissione di lave e cineriti, attualmente, a luoghi, fortemente argillificate, di limitata estensione e potenza che hanno portato alla formazione del rilievo infracalderico di M. Venere.

## TIPOLOGIE DEI PROIETTI

I proietti olocristallini (sanidinici)

La genesi dei proietti olocristallini è ancora molto discussa e la loro composizione meriterebbe, di volta in volta, uno studio approfondito che potrebbe chiarire la relazione fra l'originario magma ospite e questi proietti. Essi rappresentano il 75% di quelli rinvenuti nell'area vulcanica Vicana, e sono costituiti da concentrazioni olocristalline di K - feldspato (di seguito nel testo questo termine è stato utilizzato in senso generale per feldspati alcalini ricchi in K, anche ternari) in quantità predominanti (fino all'80%) con feldspatoidi (nefelina - sodalite e haüyna) miche (flogopite - biotite), clinopirosseni (augite) e Fe - ossidi subordinati. Gli accessori minori più comuni sono tipicamente titanite, apatite e zirconio.

Tali proietti rivestono un'importanza del tutto particolare in quanto è in essi che si rinviene la gran parte delle specie minerali più rare.

I proietti olocristallini presentano dimensioni assai variabili, con diametri che vanno dalla decina fino a 50 - 60 cm; di forma quasi sempre tondeggianti, mostrano un colore variabile da biancastro a grigio scuro per la varia, diffusa partecipazione di minerali femici, spesso notevolmente alterati.

Prendendo in considerazione l'aspetto macroscopico, piuttosto vario, di questi materiali, per lo più vuco-losi, si può effettuare la seguente distinzione preliminare: 1- Proietti con aspetto "granulare - saccaroide". Costituiti da concentrazioni di cristalli, tra i quali spiccano alcuni individui di dimensioni maggiori che, tuttavia, di solito, non risultano completamente euedrali. Tali concentrazioni presentano cavità, delimitate dalle facce del K - feldspato, con dimensioni variabili da pochi mm a qualche centimetro. Talvolta si hanno anche cristallizzazioni apprezzabili di minerali accessori. In qualche caso, sono presenti patine di vario spessore di polvere giallastra essenzialmente dovuta ad ossidi idrati di Fe; anche i cristalli di feldspato mostrano talora aloni di colore rosso-marrone (Fig. 2).

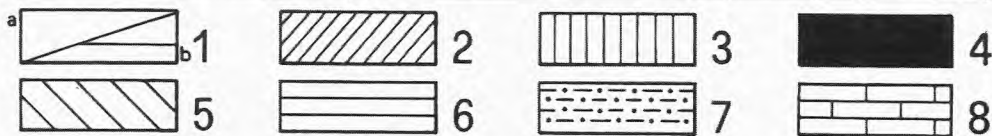
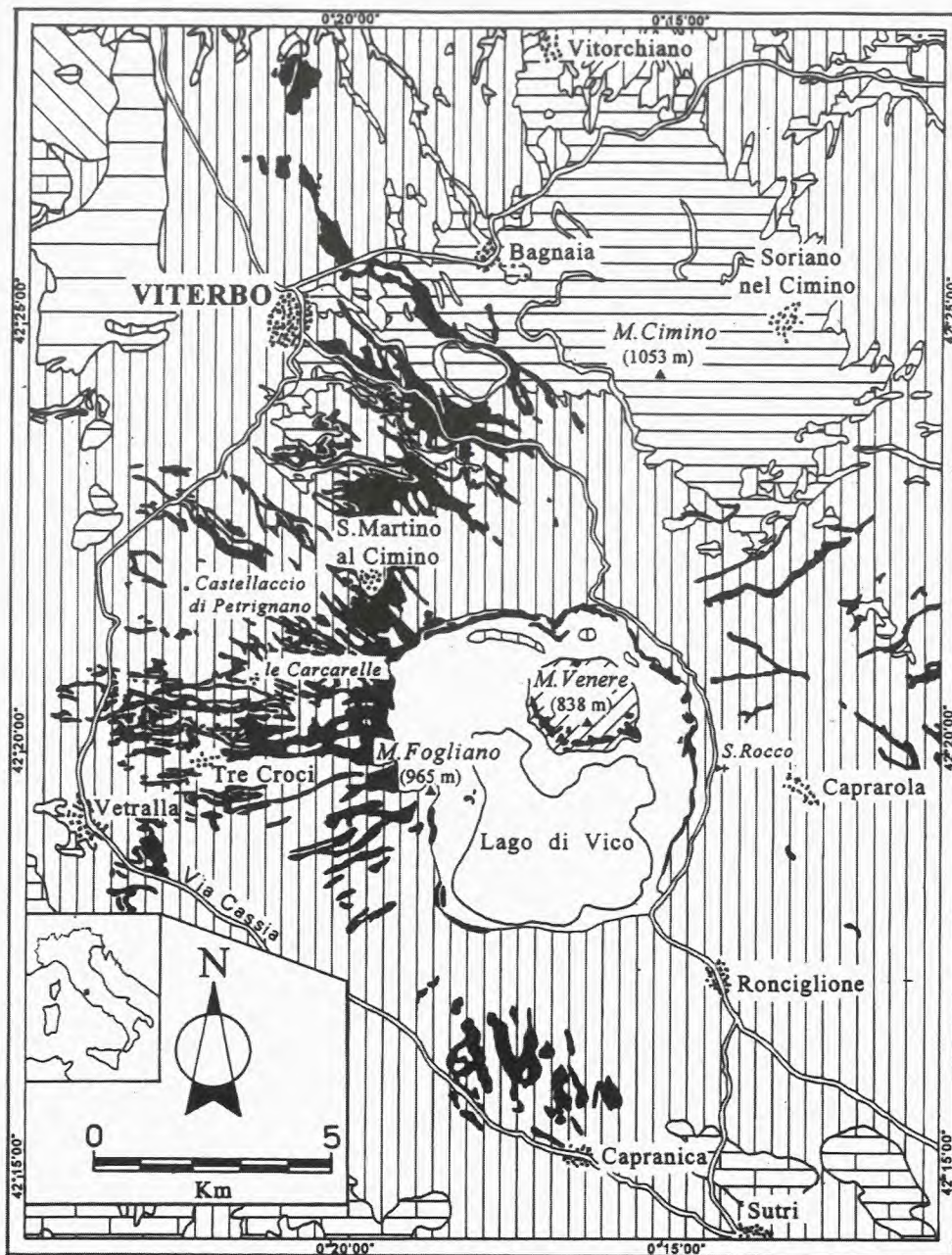


Fig. 1 - Schema geologico semplificato della regione dei Vulcani Cimini e del Vulcano di Vico.

Legenda:

- 1) - a) Detriti di falda sciolti o debolmente cementati ed alluvioni lacustri anche recenti. b) Travertini di recente o attuale formazione.
- 2) - Piroclastiti cineritiche talora fortemente argillificate appartenenti all'edificio Vulcanico infracalderico di Monte Venere.
- 3) - Formazioni cineritiche piroclastiche, paraignimbriti ed ignimbritiche (Auct.) collegabili essenzialmente al centro Vulcanico di Vico.  
E' compresa la Formazione del "Tufo litoide rosso a scorie nere" nel suo aspetto conglomeratico (ignimbrite "C", Auct.).
- 4) - Lave alcalino - potassiche ricollegabili all'attività Vicana e pre - Vicana, talora con evidenti fenocristalli di leucite e soprattutto K - feldspato.
- 5) - Piroclastiti prevalentemente stratificate e tufiti ricollegabili alle attività dei Vulcani Vulsini.
- 6) - Prodotti appartenenti ai Vulcani Cimini comprensivi del "peperino tipico del Viterbese", del "peperino delle alture" e delle "trachiti oliviniche" ("Ciminiti" Auct.).
- 7) - Substrato sedimentario prevulcanico - Sedimenti marini detritici sabbioso - limoso - argillosi con livelli e lenti di ghiaie (Plio - Pleistocene).
- 8) - Substrato sedimentario prevulcanico - Complesso argilloso - calcareo in facies di *flysch* (Serie di *flysch* tolfetani, Auct.) (Cretacico sup. - Oligocene).

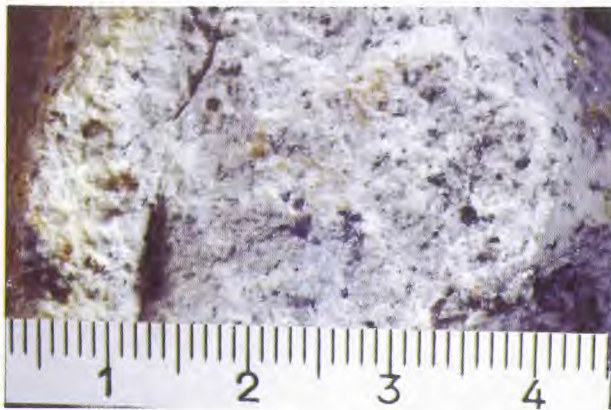


Fig. 2 - Proietto sanidinico con struttura granulare. Sono presenti cavità con dimensioni da millimetriche a centimetriche tra i cristalli di K-feldspato (Foto R. Pucci).

2 - Proietti a cristalli di feldspato orientati secondo una disposizione subparallela. I cristalli, più o meno idiomorfi, sono disposti spesso in tessiture subparallele e risultano molto ravvicinati, tali da determinare, talora, cavità di limitate dimensioni. I cristalli di minerali accessori, risultano del tutto subordinati e confinati fra gli individui di maggiori dimensioni. Questi proietti hanno un colore che varia generalmente dal grigio chiaro al grigio più o meno scuro (Fig. 3).

3 - Proietti a cristalli di feldspato a tessitura incrociata. A questa tipologia appartengono i proietti che presentano le maggiori e più diffuse cavità. Infatti i vari cristalli di K-feldspato lasciano spazi con dimensioni che variano da frazioni di millimetro a qualche centimetro (Fig.4). Spesso la struttura non risulta omogenea nello stesso proietto dando origine a caratteristiche zonature. In tali proietti sono più frequenti i minerali accessori ben cristallizzati negli interstizi di dimensioni maggiori. Quest'ultimo tipo di proietti è normalmente caratterizzato da una diffusa colorazione rosso-brunastra dovuta all'alterazione di minerali ferrosi e che può interessare anche i minerali accessori: l'alterazione superficiale risulta agevolmente asportabile previo opportuno attacco chimico.

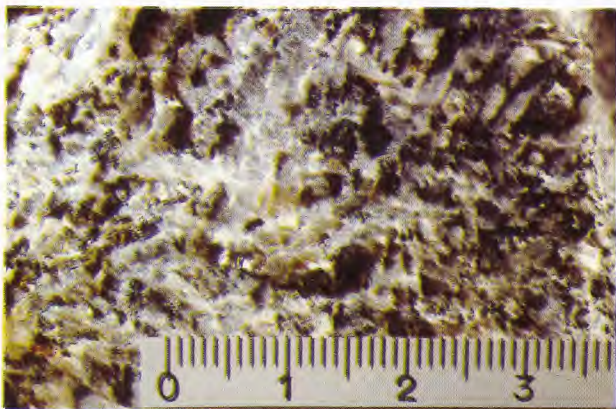


Fig. 3 - Proietto sanidinico caratterizzato da cristalli isoorientati di K-feldspato. In tale tipo di proietto le dimensioni delle cavità sono molto limitate e talora anche assenti (Foto R. Pucci).

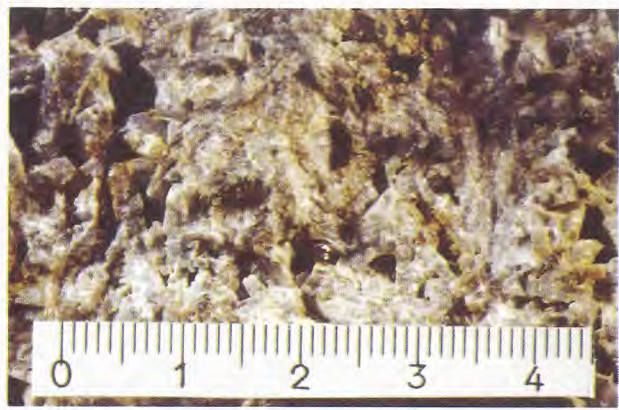


Fig. 4 - Proietto caratterizzato da cristalli di feldspato a tessitura intersertale (Foto R. Pucci).

### I proietti "femici"

Nell'ambito dei proietti femici, che costituiscono circa il 20% del totale dei proietti, è possibile procedere ad una classificazione sulla base del minerale predominante; pertanto sono stati distinti proietti pirossenici, micaceo-biotitici ed olivinici.

1- Proietti pirossenici. Sono caratterizzati dalla presenza prevalente di pirosseno verde identificato come un termine prossimo alla "fassaite", descritto anche dal FANTAPPIÈ (1898); talora si associa anche un pirosseno nero di tipo augitico. Fra i feldspati, l'anortite si rinviene con maggiore frequenza e con cristalli che, in casi eccezionali, possono raggiungere anche 2.5 cm di lunghezza. Da ricordare ancora le presenze occasionalmente, talora, di spinello (pleonasto), di biotite, di patine di ossidi idrati di Fe (goethite).

2 - Proietti micaceo-biotitici. Essi sono costituiti quasi totalmente da mica nera (biotite), con subordinato pirosseno; talora al minerale micaceo si associa l'anortite ed anche olivina forsteritica. In rarissimi casi, inoltre, si sono riscontrati nuclei pirossenici ricoperti da anortite, biotite e tracce di spinello (pleonasto). Presenti gli ossidi idrati di Fe (goethite).

3- Proietti olivinici. Questa tipologia risulta nel complesso molto rara ed è rappresentata dal predominio soprattutto della forsterite a cui si associano pirosseni di tipo augitico e mica biotite. Il feldspato, quando presente, è di tipo anortitico; ubiquitari gli ossidi idrati di Fe (goethite).

### I proietti di origine carbonatica.

I proietti di questo gruppo presentano anche carbonati e, sono il risultato delle interazioni fra le rocce calcareo-dolomitiche del substrato di natura sedimentaria con il magma. Essi sono scarsamente rappresentati costituendo circa il 5% dei rinvenimenti.

Una prima indicazione dell'avvenuto contatto si manifesta con la graduale blastesi degli individui cristallini di calcite e/o dolomite che possono conferire al "calcare" la struttura tipica del "marmo".

L'avvenuta reazione con la componente silicatica del magma viene testimoniata con la comparsa di fasi mineralogiche ricche di Ca, quali wollastonite, diopside, vesuvianite, granato ecc.. Le dimensioni di questi proietti sono comprese tra pochi cm fino a 40 - 50 cm, con considerevoli variabilità nella distribuzione e nelle dimen-

sione delle cavità. Queste di solito non mostrano un preferenziale andamento, sviluppandosi da qualche mm fino a diversi cm; al loro interno si rinvencono di regola interessanti mineralizzazioni a feldspatoidi, quali i minerali del gruppo delle cancriniti ed haüyna.

## I MINERALI

Per la descrizione dei minerali ci si è attenuti alla classificazione proposta da H. STRUNZ (1941) e che viene, in genere, concordemente accettata nell'attuale letteratura mineralogica.

### 2<sup>a</sup> - Classe -Solfuri ecc.

**PIRITE:**  $[\text{FeS}_2]$  - (sist. cub. - R) - In cristalli cubici e / o pentagonododecaedrici isolati o costituenti aggregati fino a 3-4 mm. E' stata rinvenuta insieme a magnetite, titanite, pirosseni, mica nera, ematite, tormalina ed anatasio; talora alterata è presente nei proietti sanidinici in località Tre Croci, Vetralla (CALVARIO et alii, 1994).

**MOLIBDENITE:**  $[\text{MoS}_2]$  - (sist. esag. - RR) - In lamine pseudoesagonali submillimetriche di splendore metallico lucenti, flessibili e contorte. Altri minerali presenti sono tormalina (var. dravite), rutilo, ilmenorutilo ed occasionalmente corindone; in proietti sanidinici di località Tre Croci, Vetralla (FIORI & PUCCI, 1990; CALVARIO et alii, 1993; CALVARIO et alii, 1994) (Fig. 5).



Fig. 5 - Molibdenite in cristalli tabulari su cristalli malformati di gesso. I cristalli neri allungati sono di ilmenorutilo. Proietto sanidinico di loc. Tre Croci, Vetralla. Dimensione cristallo: 0.5 mm (Collezione e foto R. Pucci).

### 3<sup>a</sup> - Classe -Alogenuri o aloidi

**FLUORITE:**  $[\text{CaF}_2]$  - (sist. cub. - F) - Raramente in cristalli cubici e/o ottaedrici con facce arrotondate, molto più spesso in masserelle o granuli informi biancastri semitrasparenti; quando trovasi a contatto con la thorite, assume un colore viola per l'incipiente disordine strutturale provocato dalla radioattività del Th. E' stata osser-

vata anche una varietà verdolina. Si ritrova insieme a mica nera, ematite, stillwellite - (Ce), tormalina (var. dravite), zirconio; più di rado a monazite ed occasionalmente a perossiite - (Ce) ed a vicanite. A volte è stata rinvenuta con inclusioni di vonsenite. In proietti sanidinici di località Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua; 2 km a N di Vetralla), Fagianello, Tre Croci, Vetralla (SCHERILLO, 1940; DELLA VENTURA et alii, 1986; BERNABÉ, 1987; LINI et alii, 1990; CALVARIO et alii, 1993; DELLA VENTURA et alii, 1993; STOPPANI, 1994) (Fig. 6).



Fig. 6 - Fluorite su sanidino di Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Vetralla. Cristallo di 0.15 x 0.2 mm (Collezione P. Bosco, foto E. Elia).

### 4<sup>a</sup> - Classe -Ossidi e idrossidi

**SPINELLO (PLEONASTO):**  $[\text{MgAl}_2\text{O}_4]$  - (sist. cub. - F) - In granuli o cristalli di colore nero di dimensione fino a 3 mm; in geodine di proietti pirossenici e "carbonatici". In presenza di pirosseno, biotite ed anortite in località S. Rocco, lungo la Via Cassia - Cimina, Tre Croci e Le Carcarelle, Vetralla (STRÜVER, 1876; LACROIX, 1883; ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; MERCALLI, 1889).

**MAGNETITE:**  $[\text{Fe}^{+2}\text{Fe}^{+3}_2\text{O}_4]$  - (sist. cub. - C) - In cristalli ottaedrici e/o rombododecaedrici fino a 5 mm, anche con presenza di molte forme; le facce mostrano riflessi iridescenti e quelle rombododecaedriche risultano profondamente striate. E' spesso alterata ed è molto frequente soprattutto nei proietti sanidinici di colore grigio chiaro. Si ritrova assieme a titanite, granato, pirite alterata, mica nera, pirosseni, danburite, zirconio, ematite, tormalina, davyna, hellandite, anatasio e fluorite. Rinvenuta presso Tre Croci, Vetralla; Le Carcarelle, e Capranica (ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; DEECKE, 1889; MERCALLI, 1889; FANTAPPIÉ, 1896; FANTAPPIÉ, 1897; CARLINI, 1979; STOPPANI & CURTI, 1982; BERNABÉ, 1987; LINI et alii, 1990; CALVARIO et alii, 1994; STOPPANI et alii, 1994).

**CORINDONE:**  $[\text{Al}_2\text{O}_3]$  - (sist. trig. - RR) - In cristallini malformati ad abito prismatico molto appiattiti, pseudo-

sagonali di colore dal grigio chiaro all'azzurro più o meno intenso, delle dimensioni da submillimetriche a millimetriche. Le facce di base dei prismi mostrano spesso tracce di una geminazione polisintetica che evidenzia la simmetria trigonale. Si presenta assieme a tormalina (var. dravite), è stato trovato incluso in un proietto costituito da sanidino microgranulare di località Tre Croci, Vetralla (FIORI & PUCCI, 1990) (Fig. 7).



Fig. 7 - Corindone su sanidino di Tre Croci, Vetralla. Dimensione cristallo: 1.3 mm (Collezione e foto R. Pucci).

**EMATITE:**  $[\text{Fe}_2\text{O}_3]$  - (sist. trig. - F) - Presente nelle cavità dei proietti sanidinici in cristalli solitamente tabulari con dimensioni fino a 2 mm, ed anche in scagliette o in aggregati; di color grigio acciaio e splendore vivo metallico. E' stata rinvenuta assieme a mica nera, tormalina ( var. dravite ), fluorite, zircone, thorite, monazite ed occasionalmente ad osumilite - (Mg), pseudobrookite, eccezionalmente a peprossite - (Ce). Rinvenuta in località Fosso Ricomero (o dei Molini; 2 km a NO di Vetralla), Tre Croci, Vetralla (FANTAPPIÉ, 1899; DE CASA *et alii*, 1987b; PARODI *et alii*, 1989, CALVARIO *et alii*, 1993).

**PEROVSKITE (var. KNOPITE):**  $[\text{CaTiO}_3]$  - (sist. ortoromb. - R) - In cristalli pseudocubici della dimensione massima di 1 mm, mostra uno splendore molto vivo, di colore nerastro. Insieme a flogopite, è stata rinvenuta nelle cavità di noduli presenti nelle lave a chimismo acido affioranti lungo il Fosso Ricomero in prossimità di Vetralla (STOPPANI & CURTI, 1982).

**ZIRKELITE (O ZIRCONOLITE):**  $[\text{CaZrTi}_2\text{O}_7]$  - (sist. ortoromb. - mon. - trig. - RR) - I cristallini rinvenuti nello stesso proietto, mostrano uno splendore metallico con caratteristiche iridescenze e colore nerastro se con forme del sist. trigonale e in laminette allungate traslucide marroni se con forme ortorombiche. Le due forme sono talvolta in epitassia fra loro, altre volte, invece, sono in epi-

tassia con la baddeleyite. Risulta in presenza di sanidino, baddeleyite, pirocloro, vonsenite, tridimite e fluorite. E' stata rinvenuta in un proietto sanidinitico a grana fine quasi compatto di colore grigio scuro; in località Tre Croci, Vetralla (Bellatreccia F., com. pers.) (Fig. 8).

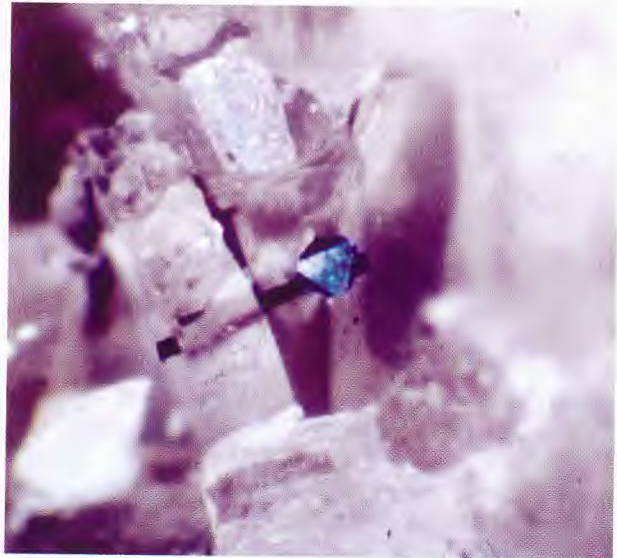


Fig. 8 - Zirkelite (o zirconolite), epitassia della forma trigonale (cristallino nero) sulla forma ortorombica, su sanidino. Località Tre Croci, Vetralla. Dimensione del cristallo trigonale: 0.2 mm (Collezione R. Pucci).

**QUARZO:**  $[\text{SiO}_2]$  - (sist. trig. - C) - Frequente in piccoli cristalli anche biterminati di 3 - 4 mm, più raramente di 15 mm; isolati o a ciuffi, incolori o talora con colorazione superficiale giallastra dovuta a patine di ossidi di ferro idrati, di rado macchiati di colorazione rossiccia tendente all' ametistino. Molto spesso associati a magnetite, fluorite e danburite, più di rado a titanite e augite; si rinviene nei proietti sanidinici di località Fagianello, Tre Croci e Via Cassia (km 60), Vetralla, Le Carcarelle e S. Giovanni in Tuscia (4 km a S di Vetralla). (FANTAPPIÉ, 1896; FANTAPPIÉ, 1899; SABATINI, 1912; SCHERILLO, 1940; CARLINI, 1979; STOPPANI & CURTI, 1982).

**TRIDIMITE:**  $[\text{SiO}_2]$  - (sist. ortoromb. - R) - Con abito tabulare fino a lamellare a contorno pseudoesagonale; i cristallini sono incolori e perfettamente limpidi delle dimensioni massime di 0.3 mm. Nelle fenditure di blocchi di lave leucotefritiche di località Le Carcarelle (CARLINI R., com. pers.).

**RUTILO:**  $[\text{TiO}_2]$  e/o **ILMENORUTILO:**  $[(\text{Ti}, \text{Nb}, \text{Fe}^{+3})_3\text{O}_6]$  - (sist. tetrag. - R) - In cristalli ad abito prismatico tetragonale fino a 2 mm, di colore grigio metallico; insieme a tormalina (var. dravite), molibdenite ed a gesso secondario. Rinvenuti in cavità di proietti sanidinici di località Tre Croci, Vetralla (SCHERILLO, 1940; CALVARIO *et alii*, 1993; CALVARIO *et alii*, 1994) (Fig. 9).

**ANATASIO:**  $[\text{TiO}_2]$  - (sist. tetrag. - R) - In aggregati di piccoli cristalli neri, lucenti quasi tabulari e più raramen-



Fig. 9 - Ilmenorutilo su cristalli di sanidino di Tre Croci, Vetralla. Dimensione cristallo: 1.2 mm (Collezione e foto R. Pucci).

te in cristalli isolati ove si ha lo sviluppo delle forme piramidali. In presenza di magnetite, titanite, pirite (alterata), mica, pirosseni, ematite e tormalina nelle cavità dei proietti sanidini di località Tre Croci, Vetralla (DE CASA *et alii*, 1987a; CALVARIO *et alii*, 1994) (Fig. 10).



Fig. 10 - Anatasio: cristallini su titanite alterata. Proietto sanidinitico di Tre Croci, Vetralla. Dimensione cristallo: 0.15 mm (Collezione e foto R. Pucci).

**PSEUDOBROOKITE:**  $[\text{Fe}_2^{+3}\text{Ti}^{+4}\text{O}_5]$  e/o **KENNEDYITE:**  $[\text{MgFe}_2^{+3}\text{Ti}_3^{+4}\text{O}_{10}]$  - (sist. ortoromb. - R) - In cristalli isolati prismatici molto allungati o in gruppi raggruppati con individui delle dimensioni massime di 3 mm talora anche appiattiti; con vivo splendore, di colore bruno arancio. Con titanite, ematite ed occasionalmente

osumilite - (Mg); in geodine di proietti sanidini della zona di Fosso Ricomero, Vetralla (DE CASA *et alii*, 1987b; PARODI *et alii*, 1989) (Fig. 11).

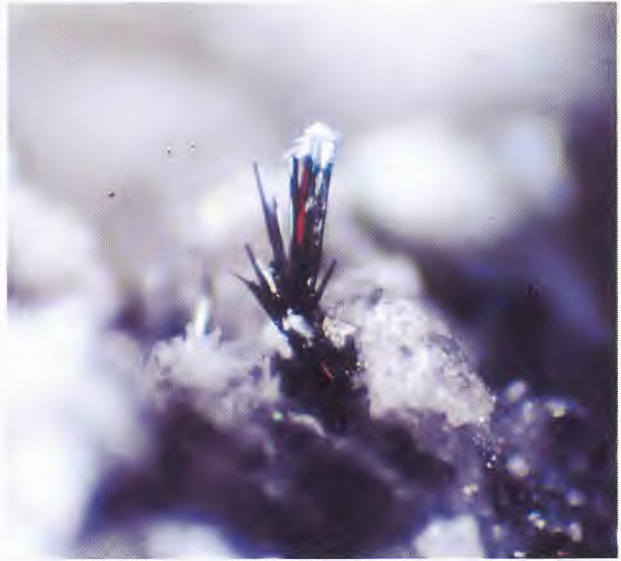


Fig. 11 - Pseudobrookite : ciuffo di cristalli su sanidino di Fosso Ricomero, Vetralla. Dimensione cristallo maggiore: 0.6 mm (Collezione e foto R. Pucci).

**CRIPOTOMELANO:**  $[\text{K}_{1-2}(\text{Mn}^{+4}, \text{Mn}^{+2})_8(\text{O}, \text{OH})_{16}]$  - (sist. tetrag. o pseudo tetrag. - RR) - In masse nerastre formanti incrostazioni o patine ricoprenti altri cristalli. Nei proietti sanidini e femici dei dintorni di Vetralla (DELLA VENTURA *et alii*, 1986).

**BADDELEYITE:**  $[\text{ZrO}_2]$  - (sist. mon. - R) - In cristallini tabulari molto appiattiti, sottili ed allungati da 0.5 a 1 mm; di colore verde bottiglia ad intensità variabile e più raramente rosso scuro, poggianti su cristalli di sanidino. Spesso geminata a "croce di S. Andrea" e / o in associazioni parallele. Rinvenuta in proietti sanidini con pirosseno, titanite, magnetite e più raramente zirconio, fluorite, thorite e stillwellite - (Ce); in località Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Tre Croci, Le Carcarelle, Vetralla; Capranica, Lago di Vico (DELLA VENTURA *et alii*, 1986; LINI *et alii*, 1989; DELLA VENTURA *et alii*, 1991; ROSSI *et alii*, 1995) (Fig. 12).

**URANINITE:**  $[\text{UO}_2]$  e/o **URANTHORIANITE:**  $[(\text{U}, \text{Th})\text{O}_2]$  - (sist. cub. - RR) - In cristallini ad abito cubico di colore verdastro, nero-brunastro e nero. In presenza di thorite, zirconio; in un proietto sanidinitico di località Tre Croci, Vetralla e S. Giovanni in Tuscia (DELLA VENTURA *et alii*, 1986; DE CASA *et alii*, 1987a; DELLA VENTURA *et alii*, 1991; STOPPANI, 1994) (Fig. 13).

**URANPIROCLORO:**  $[(\text{U}, \text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F})]$  e/o **BETAFITE:**  $[(\text{U}, \text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Ti}, \text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F})]^{(1)}$

(1) I due minerali, risultando di difficile distinzione macroscopica, sono stati descritti assieme.



Fig. 12 - Baddeleyite : cristallini su sanidino di Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Vetralla. Dimensione cristallo maggiore: 0.8 mm (Collezione e foto M. Lini).



Fig. 13 - Uranthorianite su sanidino di Tre Croci, Vetralla. Dimensione cristallo: 0.25 mm (Collezione e foto S. Fiori).

(sist. cub. - F) - I due minerali, risultando di difficile distinzione macroscopica, vengono descritti assieme. Si presentano in cristallini ad abito normalmente icositetraedrico, più raramente rombodecaedrico ovvero ottaedrico; in qualche caso tanto deformato da apparire prismatico; solitamente di colore rosso scuro tendente al nero piceo. Ritrovato in proietti sanidini nei pressi di Vetralla (DE CASA *et alii*, 1987a; DELLA VENTURA *et alii*, 1991) (Fig. 14).



Fig. 14 - Betafite, cristallo rosso scuro su zircone grigiastro e thoriti epitassiche. Proietto sanidinitico di SS. Cassia km 70.5. Dimensione cristallo: 0.5 mm (Collezione e foto R. Pucci).

Analisi chimica della betafite di Tre Croci, Vetralla (DE CASA *et alii*, 1987a):

TiO <sub>2</sub>	22.58
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	32.00
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.00
FeO	0.08
ZrO <sub>2</sub>	0.18
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.21
CaO	16.88
UO <sub>2</sub>	26.29
Tot.	99.22

GOETHITE: [FeO(OH)] - (sist. ortoromb. - C) - Formante patine giallastre di vario spessore (limonite) e di origine secondaria. Presente in tutti i proietti ove i minerali di ferro hanno subito processi di alterazione di tipo meteorico (ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; FANTAPPIÉ, 1899; SCHERILLO, 1940).

5<sup>a</sup> - Classe - Carbonati, Borati

CALCITE: [CaCO<sub>3</sub>] - (sist. trig. - C) - In "lamelle" biancastre cementanti i cristalli delle geodine dei proietti sanidini, pirossenici e termometamorfosati ovvero come "incrostazioni" in cavità di lave come nel bordo SO del Lago di Vico; associata spesso ad augite ed anortite (ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; MERCALLI, 1889).

VONSENITE: [Fe<sub>2</sub><sup>+2</sup>Fe<sup>+3</sup>BO<sub>5</sub>] e/o LUDWIGITE: [Mg<sub>2</sub>Fe<sup>+3</sup>BO<sub>5</sub>] - (sist. ortoromb. - F) - In cristalli aciculari neri fino a 10 mm, con splendore metallico, molto spesso formanti aggregati a ciuffi e/o "feltri". E' stata rinvenuta insieme a sanidino, magnetite, titanite, danburite, noseana, afghanite, davyna e zircone; talvolta è inclusa nel sanidino e nella danburite. Si ritrova nei proietti sanidini di località Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Le Carcarelle, Tre Croci, Vetralla e S. Giovanni in Tuscia (STOPPANI & CURTI, 1982; BERNABÉ, 1987; DONDI *et alii*, 1990; DELLA VENTURA *et alii*, 1991; DELLA VENTURA *et alii*, 1993) (Fig. 15).





Fig. 15 - Vonsenite su sanidino di Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Vetralla. Dimensione cristalli: 1.5 mm (Collezione e foto M. Lini).

**PEPROSSIITE-(Ce):**  $[(Ce,La)Al_2B_3O_9]$  - (sist. esag. - R) - In aggregati di laminette esagonali a forma di "rosetta" di colore giallo intenso, di dimensioni fino 2 mm. Con mica nera, ematite, tormalina (var. dravite), fluorite, zircono, thorite e più raramente con monazite. Talora è particolarmente ricca in terre rare. Rinvenuta nei proietti sanidinici nei pressi di località Tre Croci, Vetralla e Le Carcarelle, S. Martino al Cimino (CALVARIO *et alii*, 1993; BELLATRECCIA, 1994; STOPPANI *et alii*, 1994; DELLA VENTURA *et alii*, 1996) (Fig. 16).

#### 6<sup>a</sup> - Classe - Solfati

**GESSO:**  $[CaSO_4 \cdot 2H_2O]$  - (sist. mon. - F) - In laminette trasparenti e/o in concrezioni biancastre; in presenza di

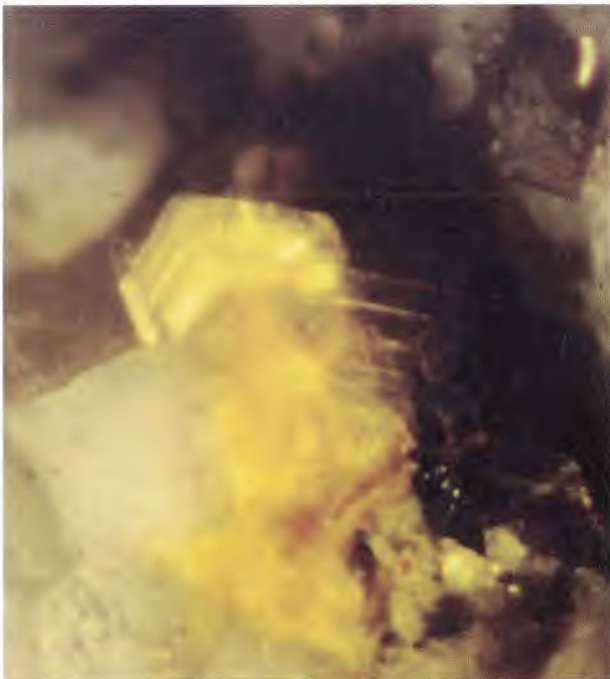


Fig. 16 - Pepprosiite: cristalli tabulari su sanidino di loc. Tre Croci, Vetralla. Dimensione gruppo di cristalli: 0.75 mm (Collezione e foto R. Pucci).

mica nera, ematite, fluorite, zircono, thorite, tormalina (var. dravite), rutilo, ilmenorutilo ed occasionalmente molibdenite e corindone; nelle cavità di proietti sanidinici di località Tre Croci, Vetralla (FIORI & PUCCI, 1990).

#### 7<sup>a</sup> - Classe - Fosfati, Vanadati

**APATITE:**  $[Ca_5(PO_4,CO_3)_3(F,OH,Cl)]$  - (sist. esag. - C) - In cristalli prismatici esagonali fino a 2 mm, eccezionalmente di 8-12 mm, incolore e/o biancastri, più raramente di colore violaceo; spesso ricoperti da una patina biancastra. Si può rinvenire in presenza di magnetite, titanite, zircono, baddeleyite ed occasionalmente con vicinite, pirocloro, uranpirocloro. Presente nelle cavità delle sanidiniti di località Tre Croci e lungo la Via Cassia (km 60), Le Carcarelle, Vetralla e S. Giovanni in Tuscia (ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; MERCALLI, 1889; CARLINI, 1979; STOPPANI & CURTI, 1982).

**SHEELITE:**  $[CaWO_4]$  - (sist. tetrag. - RR) - In cristallini ad abito bipiramidale, di colore giallo mielato chiaro. Presente nelle cavità di un proietto sanidinico nei pressi di Capranica. In presenza di magnetite, biotite, pirosseno - augite, danburite, vonsenite, quarzo e meno frequentemente zircono, apatite, stillwellite (Ce), thorite, hellandite (CARLONI *et alii*, 1997) (Fig. 17).

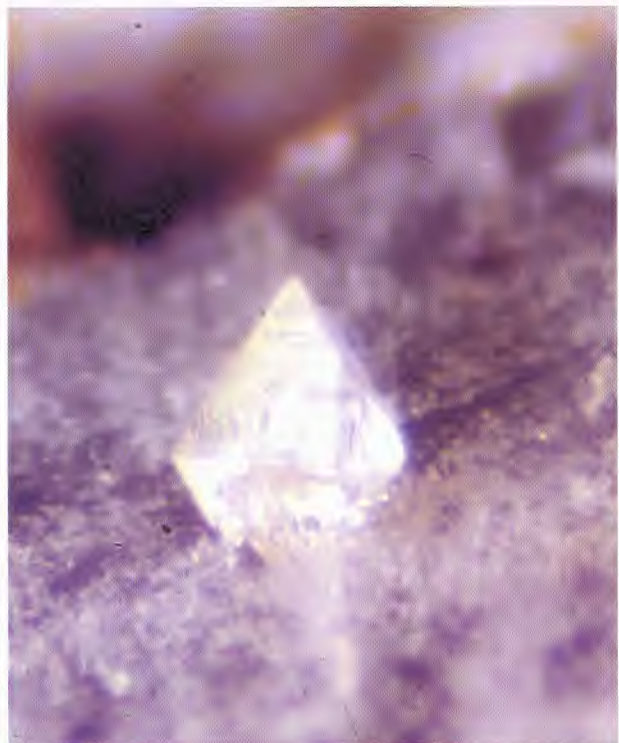


Fig. 17 - Scheelite di Capranica. Dimensione cristallo: 0.3 mm (Collezione e foto S. Fiori).

**MONAZITE:**  $[(Ce,La,Nd,Th)PO_4]$  - (sist. mon. - RR) - In rari e minuscoli cristalli di color miele a splendore grasso. E' stata rinvenuta in presenza di mica nera, ematite, tormalina (var. dravite), fluorite, zircono, thorite ed eccezionalmente a pepprosiite - (Ce). In un proietto sanidinico con cristalli zonati di anortoclasio a composizio-

ne variabile da Or<sub>85</sub> Ab<sub>14</sub> An<sub>1</sub> al centro, a Or<sub>56</sub> Ab<sub>42</sub> An<sub>2</sub> al bordo e con plagioclasti oscillanti tra Ab<sub>71</sub> An<sub>25</sub> Or<sub>4</sub> e Ab<sub>99</sub> Or<sub>1</sub>. Presso località Tre Croci, Vetralla (BELLATRECCIA, 1994; DELLA VENTURA *et alii*, 1996) (Fig. 18).

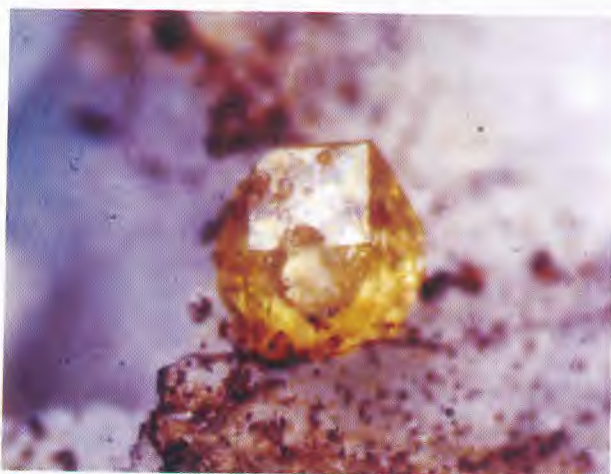


Fig. 18 - Monazite su sanidino di Tre Croci, Vetralla. Dimensione cristallo: 0.25 mm (Collezione e foto S. Fiori).

**CARNOTITE:**  $[K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot nH_2O]$  - (sist. mon. - RR) - In aggregati criptocristallini da quasi incoerenti e di aspetto pulverulento, a formanti masse compatte; di colore da giallo chiaro a giallo verdastro. In proietti sanidinici presso località Fosso Legarelle, Vetralla (BOSCARDIN, 1972).

## 8<sup>a</sup> - Classe - Silicati

### Nesosilicati

**FORSTERITE:**  $[Mg_2SiO_4]$  - (sist. ortoromb. - F) - In cristalli di dimensioni da 1 a 5 mm, ad abito prismatico tozzo, di solito malformati, anche se occasionalmente si sono riscontrati cristalli ricchi di forme semplici; di colore da giallo miele opaco a verdolino, quando in presenza di modeste quantità di Fe; Si è rinvenuta con biotite, wollastonite, pirosseno nero (augite) e talora, anortite, nei proietti olivinici e più di rado in quelli pirossenici e micaceo biotitici di località Le Carcarelle, Vetralla (ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; MERCALLI, 1889; STOPPANI & CURTI, 1982).

**GRANATO** - (sist. cub. - C)<sup>(2)</sup> - In cristalli fino a 4 - 5 mm di diametro eccezionalmente fino a 10-12 mm; di colore giallastro, rossastro e da bruno scuro a marrone chiaro fino a bruno arancio e nerastro. Associato a vesuvianite, afghanite, epidoto, orneblenda, augite, haiüyna e sodalite; talora a wollastonite ed a akermanite - gehlenite e melilite e patine di limonite. Nei proietti di natura carbonatica e più di rado nei proietti sanidinici di locali-

<sup>(2)</sup>Per il granato non si dispone di dati analitici e/o segnalazioni recenti che ne permettano la distinzione certa delle singole varietà: i termini più comuni sono costituiti da grossularia, andradite e melanite.

tà Tre Croci, Le Carcarelle, Via Cassia (km 60), S. Giovanni in Tuscia, Vetralla (LACROIX, 1883; DEECKE, 1889; MERCALLI, 1889; FANTAPPIÉ, 1896; FANTAPPIÉ, 1897; FANTAPPIÉ, 1898; SABATINI, 1912; STOPPANI & CURTI, 1982).

**ZIRCONO:**  $[ZrSiO_4]$  - (sist. tetrag. - C) - In cristalli prismatici molto ben formati di dimensione media fino a 2 mm, eccezionalmente anche di 9 - 10 mm; incolori, azzurrognoli, rosei fino a bianco - grigiastri ed arancione. Normalmente rinvenibile negli interstizi tra i cristalli di sanidino, più raramente incluso nel sanidino stesso. Con magnetite, ematite, biotite, tormalina (var. dravite), fluorite, pirosseni, orneblenda, granati, thorite, titanite; occasionalmente con uranthorianite, monazite, betafite ed eccezionalmente a peprossiite - (Ce). In proietti sanidinici di località Tre Croci, Via Cassia (km 60) e Fosso di Capacqua (o Ca' d'Acqua), Le Carcarelle e S. Giovanni in Tuscia nei pressi di Vetralla; Posto Montagna e Poggio Nibbio (3 km ad E di S. Martino al Cimino); Capranica, Lago di Vico (DEECKE, 1889; SCHERILLO, 1940; CARLINI, 1979; CARLINI, 1980; STOPPANI & CURTI, 1982; CARLINI, 1985; DELLA VENTURA *et alii*, 1986; BERNABÉ, 1987; DE CASA *et alii*, 1987a; CALVARIO *et alii*, 1993; DELLA VENTURA *et alii*, 1993; STOPPANI, 1994; STOPPANI *et alii*, 1994; ROSSI *et alii*, 1995) (Fig. 19).



Fig. 19 - Epitassia di zircono e thorite su sanidino di Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Vetralla. Dimensione cristallo di thorite: 0.8 mm (Collezione e foto M. Lini).

Analisi chimica dello zircono<sup>(3)</sup> di Tre Croci, Vetralla (DELLA VENTURA *et alii*, 1986):

SiO <sub>2</sub>	33.23
ZrO <sub>2</sub>	61.65
Tot.	94.88

**THORITE:**  $[(Th,U)SiO_4]$  - (sist. tetrag. - F) - In cristalli ad abito prismatico fino a 3 mm (eccezionalmente anche

<sup>(3)</sup> Con tracce di Th ed U.

5 mm) talvolta molto allungati fino ad aciculari; di colore verde smeraldo, in qualche caso geminati ed isoorientati insieme a cristalli di zircono a cui risulta sempre associata. Con la thorite risultano presenti fluorite, titanite, biotite, orneblenda, magnetite, ematite, tormalina (var. dravite); occasionalmente anche uranthorianite e/o uraninite, betafite, vicanite e peprossiite - (Ce). Rinvenuta in proietti sanidinici in varie località vicane fra cui Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Tre Croci, Le Carcarelle, Via Cassia (km 58), Vetralla e S. Giovanni in Tuscia; Capranica, Lago di Vico (MARAS, 1982; CARLINI, 1985; DELLA VENTURA *et alii*, 1986; BERNABÉ, 1987; DE CASA *et alii*, 1987a; CALVARIO *et alii*, 1993; STOPPANI, 1994; ROSSI *et alii*, 1995).

Analisi chimica della thorite di Tre Croci, Vetralla (DELLA VENTURA *et alii*, 1986):

SiO <sub>2</sub>	18.28
ThO <sub>2</sub>	42.68
UO <sub>2</sub>	39.66
RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	tr

Tot. 100.62

**MINERALI DEL GRUPPO DELLA GADOLINITE:** [(REE)<sub>2</sub>Fe<sup>+2</sup>Be<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>10</sub>] - ( sist. mon. - R) - In piccoli cristalli fino a 2 mm, spesso malformati, di colore grigio-celeste in associazioni più o meno complesse di individui; con danburite, fluorite, zircono, magnetite, mica, betafite, stillwellite - (Ce), thorite, augite, titanite, vonseinite, hellandite ed occasionalmente ad helvite. Rinvenuti in proietti sanidinici dell'area vicana, Tre Croci e San Giovanni in Tuscia; Capranica, Lago di Vico (DELLA VENTURA *et alii*, 1990; BELLATRECCIA, 1994; ROSSI *et alii*, 1995) (Fig. 20).



Fig. 20 - Gadolinite su sanidino del Lago di Vico. Dimensione cristallo: 0.6 mm (Collezione e foto S. Fiori).

**TITANITE:** [CaTiSiO<sub>5</sub>] - (sist. mon. - C) - In cristalli generalmente di dimensioni inferiori al mm, ma sono noti cristalli di 5 - 10 mm; di colore da arancione chiaro, rosso a brunastro, trasparenti ben formati, ricchi di facce e spesso geminati. Con magnetite, orneblenda, augite, biotite, granati e più di rado con danburite, vonseinite, thorite, zircono e fluorite. Molto frequente in proietti sanidinici di località Fosso Ricomero, Tre Croci, Via Cassia (km 60), Vetralla, Ronciglione (ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; DEECKE, 1889; MERCALLI, 1889; FANTAPPIÉ, 1896; FANTAPPIÉ, 1897; STOPPANI & CURTI, 1982; BERNABÉ, 1987; DE CASA *et alii*, 1987a; DONDI *et alii*, 1990; MARAS *et alii*, 1991; DELLA VENTURA *et alii*, 1993).

**VICANITE:** [(Ca, REE, Th, U)<sub>15</sub>As<sup>+5</sup>(As<sup>+3</sup><sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>)Fe<sup>+3</sup>Si<sub>6</sub>B<sub>4</sub>O<sub>40</sub>F<sub>7</sub>] - (sist. trig. - R) - In cristalli prismatici, granulari fino a 1 mm, di colore verde e/o giallo-verdastro trasparenti, a splendore vitreo. Rinvenuta nelle cavità di proietti sanidinici contenenti plagioclasti, clinopirosseni, clinoanfibioli, biotite, magnetite e con zircono, sodalite, thorite, thorianuraninite, betafite, talora come inclusi nella stessa, hellandite, fluorite, titanite, asbecasite - (Sb), apatite e stillwellite - (Ce). Nei pressi di località Tre Croci, Vetralla (CALLEGARI *et alii*, 1991; BELLATRECCIA, 1994; STOPPANI, 1994; MARAS *et alii*, 1995) (Fig. 21).



Fig. 21 - Cristalli di vicanite su pirosseno in un proietto sanidinico di Tre Croci, Vetralla. Dimensione cristallo maggiore: 0.8 mm (Collezione e foto S. Fiori).

Analisi chimica della vicanite - (Ce) di Tre Croci, Vetralla (STOPPANI, 1994; MARAS *et alii*, 1995):

SiO <sub>2</sub>	13.82
TiO <sub>2</sub>	0.14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.66

B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.27
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	4.49
ThO <sub>2</sub>	18.24
CaO	17.07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.38
Na <sub>2</sub> O	0.14
UO <sub>2</sub>	1.96
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.01
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.41
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.77
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.79
F	7.50

Somma 101.81  
O - F - 3.16

Tot. 98.65

\* L'As è rinvenibile in due stadi di ossidazione e viene riportato come As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

da cui la formula:

(Ca<sub>8.03</sub>Ce<sub>2.32</sub>La<sub>1.95</sub>Th<sub>1.82</sub>Pr<sub>0.44</sub>Nd<sub>0.28</sub>U<sub>0.19</sub>) 15.06

(As<sup>+5</sup><sub>0.86</sub>P<sub>0.14</sub>)(As<sup>+3</sup><sub>0.34</sub>Na<sub>0.12</sub>)<sub>0.46</sub>(Fe<sup>+3</sup><sub>0.57</sub>Ti<sub>0.05</sub>Al<sub>0.08</sub>)

0.70 Si<sub>6.07</sub>B<sub>4</sub>(O<sub>36.57</sub>F<sub>10.43</sub>)<sub>47</sub>.

Sorosilicati

MELILITE (e var. HUMBOLDTILITE): [(Ca,Na,K)<sub>2</sub>(Al,Be,Mg,Fe<sup>+2</sup>, Fe<sup>+3</sup>,Zn)(Al,Si)SiO<sub>7</sub>] - (sist. tetrag. - R) - In cristalli isometrici fino a 10 mm, incolori, grigiastri chiari e da giallo rossastri a verdastri; molto spesso rinvenuta insieme a wollastonite, granato, vesuvianite e pirosseno, in proietti carbonatici; nei pressi di località S. Rocco, Caprarola (ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; MERCALLI, 1889; FANTAPPIÉ, 1898; FANTAPPIÉ, 1899; SABATINI, 1912; STOPPANI & CURTI, 1982).

AKERMANITE: [Ca<sub>2</sub>(Mg Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)] - GEHLENITE: [Ca<sub>2</sub>(Al<sub>2</sub> SiO<sub>7</sub>)] - (sist. tetrag. - F) - In cristalli ad abito prismatico, pseudocubico che talora raggiungono dimensione di 20 mm; di colore normalmente bianco, spesso vitrei con tonalità grigio - azzurrognola. Nella serie isomorfa possono essere presenti tracce di Fe<sup>+2</sup> e Fe<sup>+3</sup>. Questi cristalli si sono rinvenuti in presenza di vesuvianite, granato, pirosseni e wollastonite. In proietti carbonatici termometamorfosati presso località S. Rocco, Caprarola (STOPPANI e CURTI, 1982; MANENTI, 1986; RUALI, 1986).

BRITHOLITE - (Ce): Ca<sub>4</sub>(Ce, La, Nd)<sub>6</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>6</sub> - (sist. esag. - R) - In cristalli prismatici esagonali di colore verde scuro; concresciuta con hellandite ed in presenza di vicanite, vonsenite, titanite, magnetite, F - flogopite. Rinvenuta anche come riempimento di vene e fratture all'interno dei cristalli di feldspato. In proietti sanidinitici presso Tre Croci, Vetralla e Capranica (VT) (DELLA VENTURA, dati non pubblicati) (Fig.22).

HELLANDITE: [(Ca,Y)<sub>6</sub>(Al,Fe<sup>+3</sup>)Si<sub>4</sub>B<sub>4</sub>O<sub>20</sub>(OH)<sub>4</sub>] - (sist. mon. - F) - In cristalli isoorientati tabulari fino a 2 mm di colore dal marrone chiaro al marrone scuro; associata a magnetite, baddeleyite, thorite, fluorite, ekanite,

danburite, apatite, zircono, vicanite, titanite. Nei proietti sanidinitici dell'area prossima al Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Tre Croci, Vetralla e Le Carcarelle, S. Martino al Cimino (BERNABÉ, 1987; LINI *et alii*, 1991; DELLA VENTURA *et alii*, 1993; STOPPANI *et alii*, 1994) (Fig. 23).



Fig. 22 - Britholite. Vetralla. Dimensione cristallo: 0.4 mm (Collezione e foto S. Fiori).

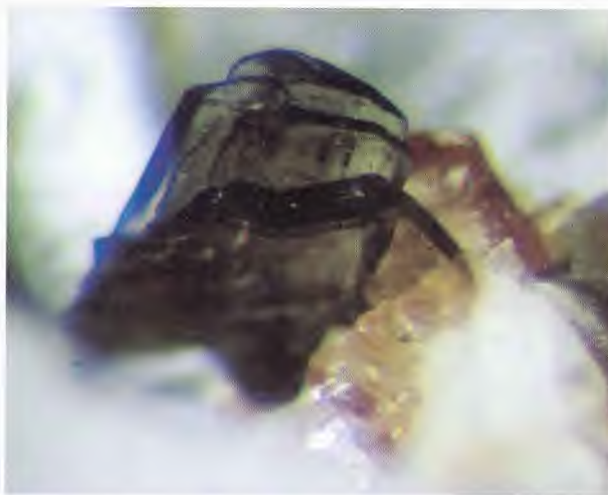


Fig. 23 - Hellandite: associazione parallela di cristalli tabulari su sanidino; i cristalli color arancio sono di titanite. Località di Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Vetralla. Dimensione cristallo maggiore: 1.5 mm (Collezione e foto M. Lini).

Formula cristallo-chimica della hellandite è la seguente:  
(Ca<sub>4.30</sub>Mn<sub>0.12</sub>La<sub>0.30</sub>Ce<sub>0.60</sub>Pr<sub>0.05</sub>Nd<sub>0.15</sub>Sm<sub>0.01</sub>Y<sub>0.10</sub>Th<sub>0.32</sub>U<sub>0.08</sub>)<sub>6.03</sub>  
(Fe<sub>0.42</sub>Al<sub>0.33</sub>Ti<sub>0.17</sub>Mg<sub>0.03</sub>)<sub>0.95</sub> [Si<sub>4</sub>B<sub>4</sub>O<sub>20</sub>(OH)<sub>4</sub>].\*

\*Analisi P. Bonazzi (Università di Firenze) (1990).

EPIDOTO: [Ca<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>O(Al,Fe<sup>+3</sup>)OH(Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)(SiO<sub>4</sub>)] - (sist. mon. - F) - In cristalli aciculari fino a 2 mm di colore

verde chiaro, trasparenti che suggeriscono trattarsi soprattutto del termine pistacitico. In presenza di granato, titanite, biotite, magnetite, orneblenda e danburite; nelle cavità di proietti femici, contenenti ossidi idrati di ferro, in località Tre Croci, Vetralla (BERNABÉ, 1995).

**ALLANITE:**  $[(\text{Ce,Ca,Y})_2(\text{Al,Fe}^{+2},\text{Fe}^{+3})_3(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})]$  - (sist. mon. - R) - In cristallini tabulari, sottili molto piccoli di 0.1 - 0.2 mm, eccezionalmente fino a 3 mm; di colore marrone scuro quasi nero. Rinvenuta assieme a danburite, biotite, magnetite, ematite, thorite, zircone, augite nei proietti sanidinici di località Tre Croci, Via Cassia (km 60), Vetralla; Capranica, Lago di Vico (STOPPANI & CURTI, 1982; BELLATRECCIA, 1994; ROSSI *et alii*, 1995).

Analisi chimica della allanite - (Ce) di Capranica, Lago di Vico (ROSSI *et alii*, 1995):

SiO <sub>2</sub>	31.99
TiO <sub>2</sub>	0.68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.61
ThO <sub>2</sub>	0.12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	15.48
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.06
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.07
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.36
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.86
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.56
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.10
MgO	0.26
CaO	13.07
F	0.20
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1.55
O <sup>-</sup> - F <sup>-</sup>	0.08

Tot. 100.47

\* comprensivo di FeO

**VESUVIANITE:**  $[\text{Ca}_{10}(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_4[(\text{OH,F})_4](\text{SiO}_4)_5(\text{Si}_2\text{O}_7)_2]]$  - (sist. tetrag. - F) - Di solito ben cristallizzata, con colori da giallastro a bruno scuro e dimensioni che superano anche 10-12 mm; con granato, melilite, pirosseno e wollastonite. In proietti carbonatici; affioranti nei pressi di località S. Rocco, Caprarola ed anche in località Le Carcarelle, Vetralla (LACROIX, 1883; DEECKE, 1889; FANTAPPIÉ, 1898; FANTAPPIÉ, 1899; SABATINI, 1912; CARLINI, 1979; STOPPANI & CURTI, 1982).

#### Ciclosilicati

**STILLWELLITE-(Ce):**  $[(\text{Ce,La,Ca})\text{BSiO}_5]$  - (sist. trig. - F) - Con abito prismatico allungato sempre ben terminato e ricco di facce, in cristalli fino 5 mm; la cuspidata terminale del cristallo è formata da facce a contorno pentagonale spesso ricoperte da fibre nerastre (probabilmente helvite); di colore da lilla roseo chiaro a rosso - arancione, molto lucente; in presenza di titanite, danburite, ekanite, thorite e quarzo di origine secondaria. Rinvenuta in proietti sanidinici presso località Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Tre Croci, Vetralla e Le Carcarelle, S. Martino al Cimino; Capranica, Lago di Vico (LINI *et alii*, 1990;

MARAS *et alii*, 1991; BURNS *et alii*, 1993; DELLA VENTURA *et alii*, 1993; BELLATRECCIA, 1994; STOPPANI, 1994; ROSSI *et alii*, 1995) (Fig. 24).



Fig. 24 - Stillwellite - (Ce) : cristalli compenetrati su sanidino di Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Vetralla. Dimensione cristallo: 1 mm (Collezione e foto R. Pucci).

Analisi chimiche accurate della stillwellite di Vetralla sono state eseguite, mediante microsonda, da BURNS *et alii*, (1993) su quattro punti di un singolo cristallo i cui valori sono risultati compresi fra i seguenti :

	min.	max.
SiO <sub>2</sub>	22.06	22.62
UO <sub>2</sub>	0.07	0.25
ThO <sub>2</sub>	3.82	5.41
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.65	1.99
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.12	21.54
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.24	5.48
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30.82	31.92
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.22	0.38
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.13	0.28
CaO	0.28	0.34
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.46	13.46

da cui gli A.A. hanno ricavato le seguenti formule:

- 1:  $(\text{Ce}_{0.50}\text{La}_{0.31}\text{Nd}_{0.08}\text{Th}_{0.05}\text{Pr}_{0.03}\text{Ca}_{0.02}\text{Sm}_{0.01})\text{B}_{1.02}(\text{Si}_{0.97}\text{O}_4)$
- 2:  $(\text{Ce}_{0.51}\text{La}_{0.31}\text{Nd}_{0.09}\text{Th}_{0.04}\text{Pr}_{0.03}\text{Ca}_{0.01}\text{Sm}_{0.01})\text{B}_{1.01}(\text{Si}_{0.99}\text{O}_4)$
- 3:  $(\text{Ce}_{0.49}\text{La}_{0.35}\text{Nd}_{0.07}\text{Th}_{0.05}\text{Pr}_{0.03}\text{Ca}_{0.01}\text{Sm}_{0.01})\text{B}_{1.01}(\text{Si}_{0.98}\text{O}_4)$
- 4:  $(\text{Ce}_{0.51}\text{La}_{0.31}\text{Nd}_{0.08}\text{Th}_{0.05}\text{Pr}_{0.03}\text{Ca}_{0.01}\text{Sm}_{0.01}\text{Y}_{0.01})\text{B}_{1.01}\text{O}(\text{Si}_{0.98}\text{O}_4)$

**EKANITE:**  $[(\text{Th,U})(\text{Ca,Fe,Pb})_2\text{Si}_8\text{O}_{20}]$  - (sist. tetrag. - R) - In cristalli con abiti tabulari, appiattiti ovvero prismatici debolmente allungati fino a 0.2 mm; di colore verde bottiglia, impiantati nelle cavità lasciate dal sanidi-

no. Rinvenuta in proietti sanidini con apatite, fluorite, sanidino, zircone, thorite, titanite, danburite e quarzo, nell'area di località Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Tre Croci, Vetralla e Le Carcarelle, S. Martino al Cimino (DELLA VENTURA *et alii*, 1986; LINI *et alii*, 1990; DELLA VENTURA *et alii*, 1991) (Fig. 25).

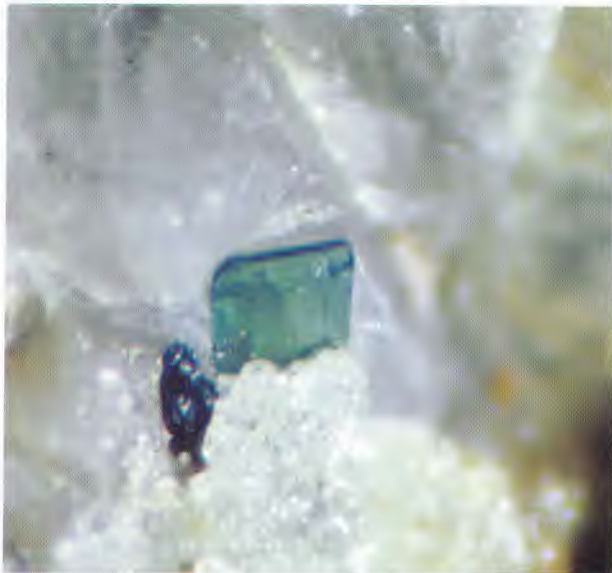


Fig. 25 - Ekanite su sanidino e picroseno (cristallo nero) di Fosso Capacqua (o Ca' d'Acqua), Vetralla. Dimensione cristallo: 0.5 mm (Collezione M. Lini, foto N. Benvegnù).

#### GRUPPO DEL BERILLO:

**STOPPANIITE:**  $[(\text{Fe}^{+3}, \text{Mg}, \text{Al})_4(\text{Na})_2(\text{Be}_6\text{Si}_{12}\text{O}_{36}(\text{H}_2\text{O})_2)]$  - (sist. esag. - RR) - E' un termine ricco in ferro appartenente a questo gruppo recentemente riscontrato in cristalli prismatici esagonali di colore blu, di dimensioni fino a 2 mm. Con danburite, ematite, biotite, quarzo, sanidino ed occasionalmente con helvite, allanite e gadolinite. In un proietto sanidinitico presso Capranica, Lago di Vico (ROSSI *et alii*, 1995; FERRARIS *et alii*, 1998; ROSSI, 1998).

**TORMALINA (var. DRAVITE):**  $[\text{Na}(\text{Li}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_4]$  - (sist. trig. - R) - In cristalli prismatici ditrigonali con facce lucenti e di notevole freschezza formanti spesso aggregati fibroso raggiati e ciuffi di considerevoli dimensioni; prevalentemente trasparenti da incolore a brunastri - nerastrati, di frequente con zonature. In alcuni cristalli la terminazione apicale risulta di colore più scura ("testa di moro" di FANTAPPIÈ, 1896). Talora si rinvengono colorazioni incolore - verdastre che fanno ritenere trattarsi del termine elbaite. Le dimensioni sono solitamente inferiori al mm, eccezionalmente fino a 10 - 15 mm per la varietà bruno - nerastra (dravite). E' stata rinvenuta assieme a sanidino, magnetite, titanite, biotite, quarzo, ematite, fluorite, zircone, thorite, monazite ed eccezionalmente picrosino - (Ce); presente in proietti sanidini in località Faggianello (2,5 km a S di Viterbo), Tre Croci, S. Giovanni in Tuscia, Vetralla, Le Carcarelle, S. Martino al Cimino; Capranica, S. Rocco, Caprarola (FANTAPPIÈ, 1896; FANTAPPIÈ, 1899;

SCHERILLO, 1940; STOPPANI & CURTI, 1982; FIORI & PUCCI, 1990; CALVARIO *et alii*, 1993; ROSSI *et alii*, 1995) (Fig. 26).

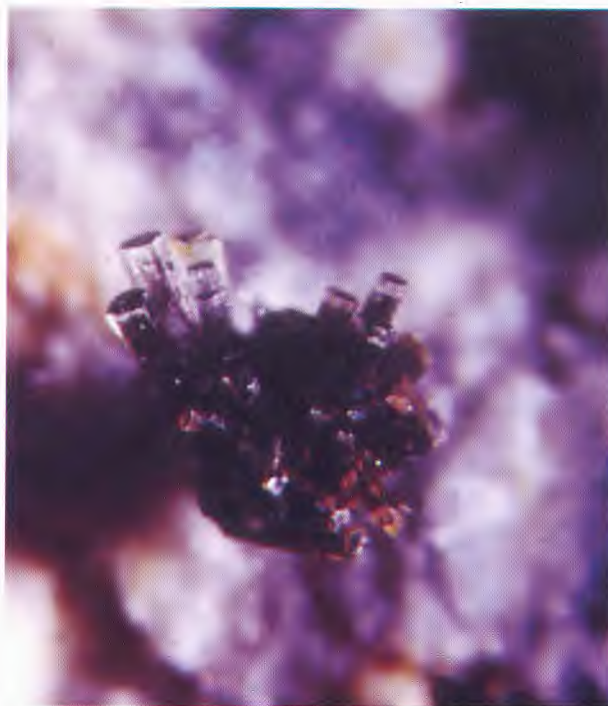


Fig. 26 - Associazione di cristalli di tormalina su sanidino di località S. Rocco, Caprarola. Dimensione cristallo: 0.8 mm (Collezione e foto R. Pucci).

**OSUMILITE-(Mg):**  $[(\text{Ca}, \text{K}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}^{+2}, \text{Mn})_2(\text{Al}, \text{Fe}^{+3}, \text{Mg})_3(\text{Si}, \text{Al})_{12}\text{O}_{30}]$  - (sist. esag. - RR) - In prismi esagonali appiattiti, trasparenti, di colore azzurro tendente all'"acqua marina", di dimensioni massime intorno a 0.5 mm; in presenza di ematite e pseudobrookite, probabilmente di origine secondaria. Nelle geodine di un proietto sanidinitico della zona di Fosso Ricomero, Vetralla (DE CASA *et alii*, 1987b; PARODI *et alii*, 1989).

Analisi chimica della osumilite - (Mg) di Fosso Ricomero, Vetralla (DE CASA *et alii*, 1987b):

SiO <sub>2</sub>	60.89
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.40
FeO	1.97
MgO	7.77
MnO	0.37
CaO	0.03
Na <sub>2</sub> O	0.23
K <sub>2</sub> O	3.95
Tot.	98.61

#### Inosilicati

**PIROSSENO (AUGITE):**  $[(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3}, \text{Ti}, \text{Al})_2[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]]$ , **DIOPSIDE:**  $[\text{CaMg}(\text{Si}_2\text{O}_6)]$  e **"FASSAITE":**  $[\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{+3}, \text{Al})(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]]$  - (sist. mon. - C) - E' molto comune anche se di rado in cristalli ben svi-

luppate e frequentemente ricche di forme. L'augite è il termine più frequente di colore nerastro se fresco, e può assumere colorazione verdastra e persino giallastra quando alterato. Si sono riscontrati tutti i termini di passaggio da augite a "fassaite" che è stata rinvenuta con dimensioni fino a 10 mm. Il diopside risulta alquanto raro ed è di colore bianco verdolino, talora anche trasparente. È stato rinvenuto nei proietti pirossenici con anortite e soprattutto nei proietti carbonatici. Talora un termine diopside - hedembergite è risultato incluso nel granato. In numerosi proietti di località S. Rocco, Caprarola (LACROIX, 1883; FANTAPPIÉ, 1897; FANTAPPIÉ, 1898; ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; DEECKE, 1889; MERCALLI, 1889; SABATINI, 1912; CARLINI, 1979; STOPPANI & CURTI, 1982; DONDI *et alii*, 1990; STOPPANI, 1994).

**ANFIBOLO** (var. ORNEBLENDA)  $[(Ca,Na,K)_2-3(Mg,Fe^{+2},Fe^{+3},Al)_5[(OH,F)_2|(Si,Al)_2Si_6O_{22})]$  - (sist. mon. - C) - In cristalli prismatici ben sviluppati e molto allungati fino a 3 - 4 mm e ricchi spesso, di forme semplici; di colore verde scuro-azzurrognolo. Occasionalmente sono stati rinvenuti cristalli di 5 - 10 mm di colore ruggine, nei vacuoli di un blocco nei pressi di Tre Croci. L'anfibolo è talora incluso nei cristalli di sanidino. In proietti pirossenici, carbonatici e sanidinici nei pressi di località Tre Croci, S. Giovanni in Tuscia, Vetralla, Le Carcarelle, S. Martino al Cimino, Cura, Ronciglione, Le Farine (2 km a S di Viterbo), S. Rocco, Capranica (ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; MERCALLI, 1889; BERNABÉ, 1987; STOPPANI, 1994).

**WOLLASTONITE**:  $[Ca_3Si_3O_9]$  - (sist. tricl. - F) - In cristalli bianchi anche appiattiti fino a 2 cm, spesso con indizi di alterazione superficiale. In presenza di melilite, granato giallo miele (grossularia?), vesuvianite e più di rado a pirosseno; nei proietti carbonatici, nei pressi del bordo orientale del cratere di Vico e cioè in località Poggio Cavaliere (bordo meridionale del Lago di Vico), Castellaccio (di Petrignano), Monte Tosto (bordo SE del Lago di Voico) e S. Rocco, Caprarola (FANTAPPIÉ, 1899; SABATINI, 1912; STOPPANI & CURTI, 1982).

#### Fillosilicati.

**BIOTITE**:  $[K(Fe,Mg,Mn)_3[(OH,F)_2AlSi_3O_{10}]]$  e/o **FLOGOPITE**:  $[KMg_3[(OH,F)_2AlSi_3O_{10}]]$  - (sist. mon. - C) - Assai rari in cristalli distinti ove i termini magnesiaci si caratterizzano per colorazioni tendenti al bruno; molto più frequenti, invece, nei proietti femici ove nella massa le dimensioni delle lamine pseudoesagonali raggiungono anche 5 mm. Rinvenuti in proietti femici ed anche nei noduli di lave di località Tre Croci ed al km 60 della Via Cassia, S. Giovanni in Tuscia, Vetralla, Le Carcarelle, S. Martino al Cimino (LACROIX 1883; ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; FANTAPPIÉ, 1899; MERCALLI, 1889; SABATINI, 1912; SCHERILLO, 1940; STOPPANI & CURTI, 1982; DE CASA *et alii*, 1987a; DE CASA *et alii*, 1987b; DELLA VENTURA *et alii*, 1993; STOPPANI, 1994; DELLA VENTURA *et alii*, 1996).

#### Tettosilicati

**SANIDINO**:  $[(K,Na)AlSi_3O_8]$  - (sist. mon. - C) - In cri-

stalli incolori, grigiastri tendenti al marrone, molto ben formati di dimensione fino 7 cm, costituenti la parte massiva dei blocchi sanidinici ovvero come fenocristalli di lave acide. In molti casi potrebbe trattarsi anche di termini ternari (anortoclasio). Si presenta quasi sempre geminato, secondo la legge di Carlsbad e più raramente Baveno e Manebach; talora con fenomeni di labradorescenza. In moltissime località di tutto il viterbese e soprattutto nei pressi di Vetralla, Fosso Ricomero, località Tre Croci, Via Cassia (km 60), S. Martino al Cimino (LACROIX, 1883; ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; ZAMBONINI, 1898).

**ANORTITE**:  $[CaAl_2Si_2O_8]$  - (sist. tricl. - F) - Riscontrata in proietti carbonatici ed in proietti pirossenici, solo di rado si mostra con cristalli di colore bianco latteo ben sviluppati che non superano i 5 mm; eccezionalmente si è rinvenuto un cristallo di oltre 25 mm. In presenza di pirosseno verdolino, augite, biotite ed occasionalmente di spinello (pleonasto). Rinvenuta in località Fosso di Capacqua (o Ca' d'Acqua), Tre Croci, Vetralla, Le Carcarelle, S. Martino al Cimino e S. Rocco (LACROIX, 1883; ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; MERCALLI, 1889; ZAMBONINI, 1900a; CARLINI, 1979; STOPPANI & CURTI, 1982; STOPPANI, 1994).

**DANBURITE**:  $[CaB_2(SiO_4)_2]$  - (sist. ortoromb. - F) - In cristalli sempre molto limpidi, incolori ricchi di forme semplici; di colore giallastro tenue e/o verdolino chiaro prismatici che non superano 10 mm. Spesso la colorazione giallastra o rossastra è dovuta a patine superficiali. Talora i cristalli sono tramoggiati, includenti vonsenite e con tendenza all'associazione parallela. È stata rinvenuta in presenza di tormalina, anfiboli, mica, granato, apatite, titanite, zircone, magnetite, pirosseno, anfibolo, fluorite e quarzo; nelle cavità lasciate dai cristalli nei proietti sanidinici di località Tre Croci ed al km 60 della Via Cassia, Faggianello, Castellaccio di Petrignano, Vetralla; Le Carcarelle, S. Martino al Cimino; Capranica, Lago di Vico (FANTAPPIÉ, 1896; FANTAPPIÉ, 1897; FANTAPPIÉ, 1899; SCHERILLO, 1940; STOPPANI & CURTI, 1982; DE CASA *et alii*, 1987a; DELLA VENTURA *et alii*, 1990; ROSSI *et alii*, 1995) (Fig. 27).

**NEFELINA**:  $[(Na,K)AlSiO_4]$  - (sist. esag. - F) - In cristalli prismatici tozzi talora tabulari, con splendore vitreo sulle facce e lucentezza grassa sulle fratture; incolore, grigiastri o bianca con sfumature giallognole, con dimensioni fino 5 mm; in proietti sanidinici di località Tre Croci, Faggianello, Vetralla (FANTAPPIÉ, 1897; STOPPANI *et alii*, 1994).

**LEUCITE**:  $[KAlSi_2O_6]$  - (sist. tetrag. - C) - In cristalli ad abito icositetraedrico delle dimensioni fino a 2 - 3 cm; di colore bianco latteo scarsamente brillanti. Rinvenuta in blocchi lavici dove il minerale è predominante; in moltissime località del viterbese.

**ANALCIME**:  $[NaAlSi_2O_6 \cdot 2H_2O]$  - (sist. cub. - R) - In piccoli cristalli ialini o talora biancastri lattiginosi con superfici di frattura grasse, fino a 5 mm con abito icositetraedrico; in presenza di mica, pirosseno e titanite; in proietti sanidinici rinvenuti in località Tre Croci, Vetralla, Le Carcarelle (FANTAPPIÉ, 1897).



Fig. 27 - Danburite di Ca' d'Acqua, Vetralla. Dimensione cristallo: 1.5 mm (Collezione e foto M. Lini).

**MINERALI DEL GRUPPO DELLA CANCRINITE:** - (sist. esag.) - Si tratta di un gruppo di minerali di problematica classificazione dato l'ampio isomorfismo intercorrente fra i vari termini; anche l'aspetto macroscopico è molto simile, infatti si presentano in piccoli cristallini di forma prismatica molto allungati, a simmetria esagonale con evidenti striature longitudinali sulle facce laterali. I cristalli si mostrano con dimensione fino a 10 mm. Tutti i termini sono stati rinvenuti in proietti sanidini di località Tre Croci, Vetralla, Le Carcarelle e S. Martino al Cimino:

**CANCRINITE:**  $[\text{Na}_6\text{Ca}(\text{Si},\text{Al})_{12}\text{O}_{24}(\text{SO}_4,\text{CO}_3)_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}]$  - (R) - In presenza di titanite e magnetite (Fig. 28);

**FRANZINITE:**  $[(\text{Na},\text{Ca})_7(\text{Si},\text{Al})_{12}\text{O}_{24}(\text{SO}_4,\text{CO}_3,\text{OH},\text{Cl})_3\cdot\text{H}_2\text{O}]$  - (RR) - Con sanidino, biotite, augite, magnetite, titanite, sodalite, fluorite, betafite, baddeleyite, uranthorianite, thorite, zircone, danburite, criptomelano, vonsenite, stillwellite-(Ce) ed hellandite (DELLA VENTURA *et alii*, 1993);

**AFGANITE:**  $[(\text{Na},\text{Ca},\text{K})_8(\text{Si},\text{Al})_{12}\text{O}_{24}(\text{SO}_4,\text{Cl},\text{CO}_3)_3\cdot\text{H}_2\text{O}]$  - (R) - (CARLINI, 1979; STOPPANI e CURTI, 1982; BERNABÉ, 1987; DONDI *et alii*, 1990; STOPPANI, 1994);

**DAVYNA:**  $[(\text{Na},\text{Ca},\text{K})_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{SO}_4,\text{Cl},\text{CO}_3)_{2-3}]$  - (R) - Con granato giallo miele, magnetite e danburite (FANTAPPIÉ, 1896; FANTAPPIÉ, 1897; STOPPANI & CURTI, 1982; DONDI *et alii*, 1990).

**SODALITE:**  $[\text{Na}_8[\text{Cl}_2](\text{AlSiO}_4)_6]$  - (sist. cub. - F) - In cristalli fino a 3-4 mm con abito rombododecaedrico ed ottaedrico; da incolore a verdognoli giallastri, scarsamente trasparenti; occasionalmente di eccezionale trasparenza e bellezza. In proietti sanidini di località Le

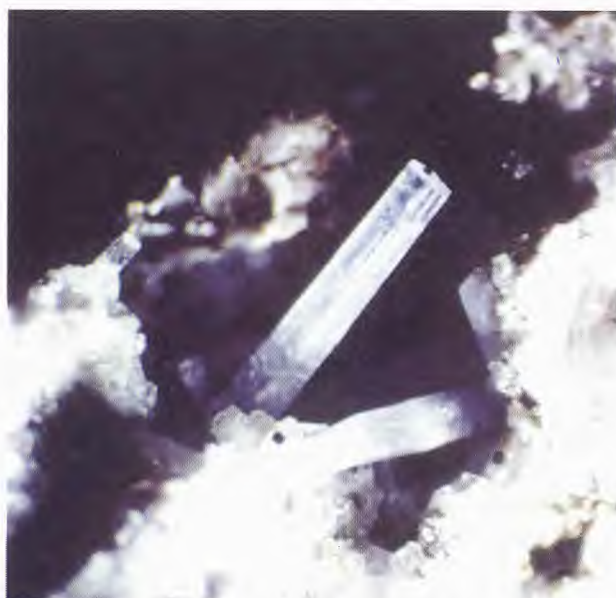


Fig. 28 - Cancrinite: cristalli prismatici allungati su sanidino. Vetralla. Dimensione cristallo: 4 mm (Collezione e foto R. Pucci).

Carcarelle, S. Martino al Cimino, Tre Croci e S. Giovanni in Tuscia, Vetralla e S. Sisto presso Viterbo (ZAMBONINI, 1900b).

Analisi chimica della sodalite di S. Sisto (ZAMBONINI, 1900b):

SiO <sub>2</sub>	36.60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34.26
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.85
CaO	0.90
Na <sub>2</sub> O	17.75
H <sub>2</sub> O	5.14
Cl	4.31

Somma	100.81
O-2Cl	-0.97

Tot. 99.84

**NOSEANA:**  $[\text{Na}_8[\text{SO}_4(\text{AlSiO}_4)_6]]$  - (sist. cub. - F) - In cristalli di piccole dimensioni con abito rombododecaedrico e in granuli irregolari fino a 3 mm; di colore biancastro, grigiastro, giallastro e giallo-verdastro. Le analisi hanno accertato contenuti di molecola ha(ynitica), più abbondante nei termini verdastri. Rinvenute assieme a sanidino, afghanite, vonsenite, titanite, danburite, davyana, magnetite, biotite, anfiboli, pirosseni e granati. Alla radiazione ultravioletta mostra una colorazione rosarancio. Si rinviene nei proietti sanidini di località Tre Croci, Vetralla, Capranica, Bagnaia e di Le Carcarelle, S. Martino al Cimino (LACROIX, 1883; ARTINI, 1889a; ARTINI, 1889b; DEECKE, 1889; MERCALLI, 1889; FANTAPPIÉ, 1897; STOPPANI e CURTI, 1982).

**HAÜYNA:**  $[(\text{Na},\text{Ca})_{4-8}\text{Al}_6\text{Si}_6(\text{O},\text{S})_{24}(\text{SO}_4,\text{Cl})_{1-2}]$  - (sist. cub. - F) - In cristalli ad abito rombododecaedrico fino a 5 mm da incolore ad azzurro verdastro. Talora si presenta con geminati di compenetrazione. Con vesuvianite, granato, pirosseno, anfibolo, mica nera, titanite.



Rinvenuta in proietti carbonatici nei dintorni di Vetralla (LACROIX, 1883; DEECKE, 1889; FANTAPPIÉ, 1897; FANTAPPIÉ, 1899).

HELVITE:  $[Mn_4^{+2}Be_3(SiO_4)_3S]$  - (sist. cub. - R) - In cristallini tetraedrici da giallastri a nerastri con caratteristiche facce iridescenti, di dimensioni da 0.2 a 0.5 mm. Talora si hanno aggregati con apici in comune ed è frequente una struttura zonata, con maggiore quantità di Mn e Fe nella porzione periferica rispetto al più alto contenuto in Zn della parte centrale. In paragenesi con mica, magnetite; rinvenuta all'interno di un particolare proietto plagioclasico nei pressi di località Tre Croci, Vetralla; Capranica, Lago di Vico (ROSSI *et alii*, 1995) (Fig. 29).

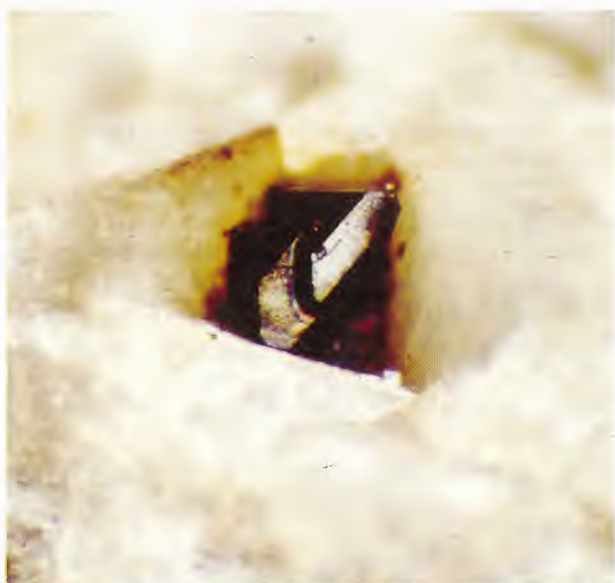


Fig. 29 - Helvite: cristalli compenetrati leggermente alterati su sanidino. Vetralla. Dimensione cristallo maggiore: 0.5 mm (Collezione e foto R. Pucci).

Analisi chimiche di helvite di Capranica, Lago di Vico (ROSSI *et alii*, 1995):

	Zona centrale	Zona esterna
SiO <sub>2</sub>	33.25	32.43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.79	0.42
BeO	12.60	13.16
FeO	5.02	4.76
ZnO	3.98	2.26
MnO	36.88	42.33
CaO	1.86	0.62
S	5.10	5.68
<hr/>		
Somma	99.48	101.66
O-S	-2.54	-2.83
<hr/>		
Tot.	96.94	98.83

SCAPOLITE:  $[(Ca,Na,K)_4Al_3(Al,Si)_3Si_6O_{24}(Cl,F,OH,CO_3,SO_4)]$  - (sist. tetrag. - R) - In cristalli appiattiti, trasparenti spesso disposti a tramoggia, fino a 6 mm. Di colore grigio scuro con danburite, granato; si rinviene negli interstizi lasciati dai cristalli di K - feldspato, nei

proietti sanidinici di Cura di Vetralla e Via Cassia (km 62) (FANTAPPIÉ, 1897; BERNABÉ, 1995).

ASBECASITE-(Sb):  $[Ca_3(Sb,Ti,Sn)As_6Si_2BeO_{20}]$  - (sist. trig. - RR) - In cristalli ad abito pseudoesagonale tabulare e / o lamellare di colore giallo carico; di dimensione fino a 1 mm, talora in aggregati a "rosetta". Rinvenuta nelle cavità lasciate dai cristalli di sanidino con biotite, augite, magnetite, titanite, sodalite e fluorite; più raramente danburite, vonsenite, thorite, betafite, baddeleyite, ekanite, stillwellite - (Ce), hellandite, uranthorianite, zircone e criptomelano. In proietti sanidinici di località Tre Croci, Vetralla (DE CASA *et alii*, 1987a; MARAS *et alii*, 1991; DELLA VENTURA *et alii*, 1991; DELLA VENTURA *et alii*, 1993; STOPPANI, 1994).

Analisi chimica della asbecasite - (Sb) di Tre Croci, Vetralla (DELLA VENTURA *et alii*, 1991):

SiO <sub>2</sub>	11.34
TiO <sub>2</sub>	5.68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.42
BeO	3.90
FeO	0.94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.09
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.53
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	51.95
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.39
SnO <sub>2</sub>	0.23
ThO <sub>2</sub>	0.04
CaO	15.69
Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	n.d.
<hr/>	
Tot.	98.20

## CENNI SULLE IPOTESI MINEROGENETICHE

I proietti di varia natura presenti nelle formazioni vulcaniche e piroclastiche dell'area peritirrenica sono stati per quasi un secolo una miniera di minerali rari o nuovi, ma è l'area vicana quella che ha fornito, già a partire dalla fine del secolo scorso la più ampia varietà di specie. Non è compito di questa sede affrontare il problema della loro minerogenesi (e infatti non sono state prese in considerazione le relazioni di equilibrio, i campi di stabilità, le condizioni termodinamiche ecc.) necessariamente legata anche ai complessi aspetti petrogenetici e geochimici dell'origine dei proietti stessi e del vulcanismo toscano - laziale - campano in generale.

Tali minerali, per lo più tipici dei proietti sanidinici e generalmente costituiti da borati, silico - borati e Be - silicati contenenti Th, U e REE (Tab. 1), sono per giacitura e natura da considerarsi fasi di cristallizzazione tardiva all'interno di rocce a composizione globalmente sienitica. Essi si rinvengono, infatti, sempre in cavità all'interno della roccia e non sono ancora mai stati osservati come fasi primarie (eccetto i sialici ed i femici). I fenomeni di metasomatismo su rocce del substrato regionale a composizione dolomitico - carbonatica, sono anche essi responsabili di mineralogie complesse ed interessanti, ma è nei proietti olocristallini, costituiti quasi interamente da K - feldspato e (K, Na) - feldspatoidi (con miche di tipo biotitico e clinopirosseni di tipo augitico più titanite,

Tab. 1 - Elenco minerali con elementi leggeri, fluoro, niobio e tantalio, elementi radioattivi e terre rare.

<p>Minerali con Boro o Berillio</p> <p>-Vonsenite e/o Ludwigite <math>[Fe_2^{+2}Fe^{+3}BO_5]</math> e/o <math>[Mg_2Fe^{+3}BO_5]</math></p> <p>-Peprossite-(Ce) <math>[(Ce,La)Al_2B_3O_9]</math></p> <p>-Stillwellite-(Ce) <math>[(Ce,La,Ca)BSiO_5]</math></p> <p>-Tormalina (var. Dravite) <math>[Na(Li,Mg,Fe,Al)_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH)_4]</math></p> <p>-Danburite <math>[CaB_2(SiO_4)_2]</math></p> <p>-Hellandite <math>[(Ca,Y)_6(Al,Fe^{+3})Si_4B_4O_{20}(OH)_4]</math></p> <p>-Asbecasite-(Sb) <math>[Ca_3(Sb,Ti,Sn)As_6Si_2BeO_{20}]</math></p> <p>-Stoppaniite <math>[(Fe^{+3},Mg,Al)_4(Na)_2(Be_6Si_{12}O_{36})(H_2O)_2]</math></p> <p>-Gadolinite (Min. del gruppo) <math>[(REE)_2Fe^{+2}Be_2Si_2O_{10}]</math></p> <p>-Vicanite <math>[(Ca,REE,Th,U)_{15}As^{+5}(As^{+3}_{0.5}Na_{0.5})Fe^{+3}Si_6B_4O_{40}F_7]</math></p> <p>Minerali con Fluoro</p> <p>-Fluorite <math>[CaF_2]</math></p> <p>-Apatite <math>[Ca_5(PO_4)_3(F,OH,Cl)]</math></p> <p>-Vicanite <math>[(Ca,REE,Th,U)_{15}As^{+5}(As^{+3}_{0.5}Na_{0.5})Fe^{+3}Si_6B_4O_{40}F_7]</math></p> <p>-Biotite e/o Flogopite <math>[K(Fe,Mg,Mn)_3(OH,F)_2   AlSi_3O_{10}]</math> e/o <math>[KMg_3(OH,F)_2   AlSi_3O_{10}]</math></p> <p>-Uranpiroclore e/o Betafite <math>[(U,Ca,Ce)_2(Nb,Ta)_2O_6(OH,F)]</math> e/o <math>[(U,Ca,Na)_2(Ti,Nb,Ta)_2O_6(OH,F)]</math></p> <p>Minerali con Niobio e/o Tantalio</p> <p>-Ilmenorutilo <math>[(Ti,Nb,Fe^{+3})_3O_6]</math></p> <p>-Uranpiroclore e/o Betafite <math>[(U,Ca,Ce)_2(Nb,Ta)_2O_6(OH,F)]</math> e/o <math>[(U,Ca,Na)_2(Ti,Nb,Ta)_2O_6(OH,F)]</math></p> <p>Minerali con Uranio e/o Thorio</p> <p>-Uraninite e/o Urandorite <math>[UO_2]</math> e/o <math>[(U,Th)O_2]</math></p> <p>-Uranpiroclore e/o Betafite <math>[(U,Ca,Ce)_2(Nb,Ta)_2O_6(OH,F)]</math> e/o <math>[(U,Ca,Na)_2(Ti,Nb,Ta)_2O_6(OH,F)]</math></p> <p>-Monazite <math>[(Ce,La,Nd,Th)PO_4]</math></p> <p>-Thorite <math>[(Th,U)SiO_4]</math></p> <p>-Vicanite <math>[(Ca,REE,Th,U)_{15}As^{+5}(As^{+3}_{0.5}Na_{0.5})Fe^{+3}Si_6B_4O_{40}F_7]</math></p> <p>-Ekanite <math>[(Th,U)(Ca,Fe,Pb)_2Si_8O_{20}]</math></p> <p>Minerali con Ree</p> <p>-Peprossite-(Ce) <math>[(Ce,La)Al_2B_3O_9]</math></p> <p>-Stillwellite-(Ce) <math>[(Ce,La,Ca)BSiO_5]</math></p> <p>-Gadolinite (Min. del Gruppo) <math>[(REE)_2Fe^{+2}Be_2Si_2O_{10}]</math></p> <p>-Allanite-(Ce) <math>[(Ce,Ca,Y)_2(Al,Fe^{+2},Fe^{+3})_3(SiO_4)_3(OH)]</math></p> <p>-Hellandite <math>[(Ca,Y)_6(Al,Fe^{+3})Si_4B_4O_{20}(OH)_4]</math></p> <p>-Uranpiroclore <math>[(U,Ca,Ce)_2(Nb,Ta)_2O_6(OH,F)]</math></p> <p>-Monazite <math>[(Ce,La,Nd,Th)PO_4]</math></p> <p>-Vicanite <math>[(Ca,REE,Th,U)_{15}As^{+5}(As^{+3}_{0.5}Na_{0.5})Fe^{+3}Si_6B_4O_{40}F_7]</math></p> <p>-Stoppaniite <math>[(Fe^{+3},Mg,Al)_4(Na)_2(Be_6Si_{12}O_{36})(H_2O)_2]</math></p>
---

apatite e Fe - ossidi come accessori) che i processi minerogenetici si sono espressi con la loro maggiore variabilità.

Per molti versi la genesi di tali inclusi è un argomento ancora controverso e lontano da essere chiarito. Ciò nonostante è possibile riassumere alcune considerazioni generali basate sugli studi mineralogici, petrologici e geochimici accumulati negli ultimi 15 anni (SANTACROCE, 1970; GIANNETTI, 1982; DI SABATINO & DELLA VENTURA, 1982; DURAZZO *et alii*, 1983; BARBERI *et alii*, 1984; AURISICCHIO *et alii*, 1987; BARBIERI *et alii*, 1988; PARODI *et alii*, 1989; LOCARDI, 1991).

1) Dal punto di vista giaciturale tali inclusi non sono distribuiti casualmente: sono ubicuitari in tutti i complessi vulcanici toscano-laziali, ma sono presenti all'interno di ogni apparato solo in alcuni orizzonti stratigrafici, la cui emissione è sempre legata a precisi momenti nell'evoluzione vulcanologica dell'area. Si rinvencono con maggiore frequenza, infatti, all'interno di livelli caratteristici dell'apertura di un nuovo ciclo eruttivo parossistico e nelle zone più prospicienti alle bocche di emissione. Questo fatto fa ritenere che i proietti, sia quelli di natura

sienitica che quelli carbonatici siano frammenti delle rocce incassanti le camere magmatiche. Da questo deriva che il loro studio può fornire dati sia sulla geologia profonda dell'area vulcanica che sulla posizione delle camere magmatiche all'interno del substrato regionale.

2) I proietti sanidini mostrano strutture diverse che vanno dall'intersertale, con cristalli aciculari di K - feldspato testimonianti una elevata cinetica di cristallizzazione ad alta T, fino alla "pegmatitica", costituita da cristalli di K - feldspato di notevoli dimensioni, fino a qualche cm. La presenza o meno dei minerali rari di B, Be, F, Nb, Ta, Th, U e REE nei proietti, non è collegabile strettamente alla struttura e tessitura del campione ma ad un orizzonte stratigrafico caratteristico. Questo fatto è ben caratterizzato nell'apparato vulcanico Sabatino, dove è noto che, i proietti di alcuni livelli contengono tipicamente minerali rari, mentre quelli di altri livelli ne sono del tutto privi. Nel caso del Vulcano di Vico, questi rapporti non sono stati ancora chiariti, data la morfologia dell'area: gran parte dei campioni vicani, infatti, sono stati rinvenuti in terreni superficiali senza una precisa collocazione stratigrafica.

In relazione alla genesi i proietti sanidini sono stati interpretati alternativamente come:

- frammenti di un'aureola termometamorfica all'intorno di una camera magmatica a bassa profondità (DI SABATINO e DELLA VENTURA, 1982; PARODI *et alii*, 1989);
- cumulati da un magma ricco in potassio (GIANNETTI, 1982);
- prodotti differenziati di magmi a composizione trachibasaltica o tefritica (AURISICCHIO *et alii*, 1987);
- frammenti di corpi ipoabissali a composizione sienitica (SANTACROCE, 1970; DURAZZO *et alii*, 1983; BARBERI *et alii*, 1984).

Tra queste, l'ipotesi (a) è ben documentata per l'apparato vulcanico Cimino, appartenente alla provincia "acida toscana", mentre l'ipotesi (d) è suffragata dal ritrovamento di rocce ipoabissali a composizione sienitica, in sondaggi profondi, eseguiti per le ricerche geotermiche, in vari settori dell'area toscano-laziale.

Recenti studi geochimici hanno mostrato che le vulcaniti toscano-laziali sono, localmente, arricchite in elementi incompatibili e terre rare leggere in contrasto con il fatto che la mineralogia complessiva di tali rocce è costituita da fasi che non contengono questi elementi, come feldspati, pirosseni e miche (LOCARDI, 1991). Questa anomalia geochimica, sarebbe interpretabile come un arricchimento in elementi incompatibili attraverso dei processi di transfert gassoso (BARBIERI *et alii*, 1988). Tale modello in qualche modo si baserebbe, sull'ipotesi di un'infiltrazione di fluidi provenienti da un mantello anomalo all'interno del basamento dell'area vulcanica peritirrenica (LOCARDI, 1991).

Le ipotesi sopra esposte indicano che la genesi dei proietti sanidini e delle particolari mineralizzazioni che si rinvencono, non è attribuibile unicamente a singoli fenomeni specifici. E' probabile che la genesi di questi proietti sia il risultato di più fattori sovrapposti, comunque legati a processi di interazione di magmi di cui ancora non è chiara la natura (crostale o di provenienza dal mantello con grado più o meno spinto di evoluzione), con le rocce del basamento metamorfico e / o sedimentario. Particolari condizioni microambientali, influenzate

da variazioni di temperatura, pressione e pH, possono aver portato alla formazione di strutture cristalline inconsuete, con una elevata variabilità isomorfica e conseguente quindi difficile attribuzione sistematica.

## BIBLIOGRAFIA

- ARTINI E. (1889a) - *Contribuzioni alla Mineralogia dei vulcani Cimini*. Atti R. Acc. Lincei - Mem., s. 4, **6**, 88-93, Roma.
- ARTINI E. (1889b) - *Contribuzioni alla Mineralogia dei vulcani Cimini*. Riv. di Miner. e Crist. It., **6**, 60-63, Padova.
- AURISICCHIO C., DOLFI D., FERRINI V. (1987) - *Petrology of syenitic ejecta from Valle Latina volcanics (Central Italy)*. Terra Cognita, **7**, 358.
- BARBERI F., INNOCENTI F., LANDI P., ROSSI U., SAITTA M., SANTACROCE R., VILLA I. M. (1984) - *The evolution of Latera caldera in the light of subsurface data*. Bull. Volcanol., **47**, 125-141, Napoli.
- BARBIERI M., PECCERILLO A., POLI G., TOLOMEO L. (1988) - *Major, trace element and Sr isotopic composition of lavas from Vico volcano (Central Italy) and their evolution in an open system*. Contrib. Mineral. and Petrol., **99**, 485-497, Heidelberg.
- BELLATRECCIA F. (1994) - *Minerali di terre rare del Lazio*. Il Cercapietre - Notiz. Gr. Miner. Rom., **21**, 11-19, Roma.
- BERNABÉ E. (1987) - *Nei proietti a sanidino: probabile Tadzshikite sui Monti Cimini*. Not. Miner. e Paleont., n. **51**, Aprile, 20 - 22, Riccione.
- BERNABÉ E. (1995) - *Epidoto e Scapolite del Lazio*. Riv. Miner. It., **2**, 191, Milano.
- BOSCARDIN M. (1972) - *Informazioni di mineralogia italiana*. Riv. Miner. It., **4**, 78 - 79, Milano.
- BROCCHI G. B. (1817) - *Catalogo ragionato di una raccolta di rocce disposto con ordine geografico, per servire alla geognosia dell'Italia*. I. R. Stamp. pp.346, Milano.
- BURNS P. C., HAWTHORNE F. C., MAC DONALD D. J., DELLA VENTURA G., PARODI G. C. (1993) - *The crystal structure of stillwellite*. Can. Mineral., **31**, 147-153, Kingston.
- CALLEGARI A., MARAS A., CAUCIA F., UNGARETTI L. (1991) - *La struttura cristallina di un nuovo borosilicato di Ca, Th e terre rare*. Plinius, **6**, 123-124, Milano.
- CALVARIO F., CARLONI L., FIORI S., PUCCI R. (1993) - *Nuovi ritrovamenti mineralogici nel Lazio*. Il Cercapietre - Notiz. Gr. Miner. Rom., **20**, 31-34, Roma.
- CALVARIO F., CARLONI L., FIORI S., PUCCI R. (1994) - *Nuovi ritrovamenti mineralogici nel Lazio*. Il Cercapietre - Notiz. Gr. Miner. Rom., **21**, 24-28, Roma.
- CARLINI R. (1979) - *I minerali dei proietti a sanidino e fassaite del Viterbese*. (II) - Danburite ed Altri Minerali nei Proietti di Vetralla (VT). Riv. Lazio Minerale, n. 3-4, 1-2, Roma.
- CARLINI R. (1980) - *Lo zircone e i suoi principali ritrovamenti nel Lazio*. Riv. Lazio Minerale, n.5-7, 11-12, Roma.
- CARLINI R. (1985) - *Zircone e torite nei proietti sanidinici del Lazio*. Riv. Lazio Minerale, n. 24-26, 5-6, Roma.
- DE CASA G. C., DELLA VENTURA G., PARODI G. C., STOPPANI F. S. (1987a) - *I minerali del Lazio (2)*. Riv. Miner. It., **2**, 97-104, Milano.
- DE CASA G. C., DELLA VENTURA G., PARODI G. C., STOPPANI F. S. (1987b) - *I minerali del Lazio (3)*. Riv. Miner. It., **4**, 189-194, Milano.
- DEECKE W. (1889) - *Bemerkungen zur Entstehungsgeschichte und Gesteinskunde der Monti Cimini*. Neues Jahrb. für Miner. Geol. und Palaeont., VI B., 205-240, Stuttgart.
- DELLA VENTURA G., MARAS A., MOTTANA A., PARODI G. C., SACERDOTI M., STOPPANI F.S. (1991) - *Antimonian asbecasite in a syenitic ejectum within the Vico pyroclastic rocks (Roman potassic province)*. Rend. Fis. Acc. Lincei, s.9, v.2, 371-378, Roma.
- DELLA VENTURA G., MARAS A., MOTTANA A., PARODI G. C., SACERDOTI M., STOPPANI F. S. (1993) - *Asbecasite anti-monifera nel Lazio*. Riv. Miner. It., **3**, 189-191, Milano.
- DELLA VENTURA G., MOTTANA A., PARODI G. C., RAUDSEPP M., BELLATRECCIA F. CAPRILLI E., ROSSI P., FIORI S. (1996) - *Monazite-huttonite solid - solutions from the Vico Volcanic Complex, Latium, Italy*. Mineral. Mag., in corso di stampa, London.
- DELLA VENTURA G., PARODI G. C., STOPPANI F. S. (1986) - *Minerali del Lazio (1)*. Riv. Miner. It., **4**, 157-166, Milano.
- DI SABATINO B., DELLA VENTURA G.C. (1982) - *Genesi ipoabbissale di fusi legati al vulcanismo alcalino - potassico*. 2°: *Studio petrografico e petrologico degli inclusi termometamorfici delle vulcaniti cimini ed ipotesi genetiche*. Per. Miner., **51**, 311-359, Roma.
- DONDI M., PIRAZZINI D., PUGGIOLI G. (1990) - *I borati in Italia*. Riv. Miner. It., **1**, 1-19, Milano.
- DURAZZO A., BERTINI G., ROSSI U., MOTTANA A., (1982) - *Syenitic intrusions intersected by deep drilling at Latera, Vulsini Mountains, Latium, Italy*. N. Jb. Miner. Abh., **145**, **3**, 239-255, Stuttgart.
- FANTAPPIÉ L. (1896) - *La Danburite ed altri minerali: in alcuni pezzi notevoli di rocce antiche, tra i "blocchi erratici" della regione Cimina*. Atti R. Acc. Lincei - Rend., s.5, **5**, 108-113, Roma.
- FANTAPPIÉ L. (1897) - *Nuove osservazioni su minerali dei blocchi erratici della regione Cimina*. Riv. Min. e Crist. It., **17**, 3-19, Padova.
- FANTAPPIÉ L. (1898) - *Sopra alcuni blocchi erratici a granato ed idocrasio nella regione Cimina*. Riv. di Miner. e Crist. It., **20**, 14-19, Padova.
- FANTAPPIÉ L. (1899) - *Minerali nuovi od in nuove condizioni di giacitura per la Regione Cimina*. Riv. di Miner. e Crist. It., **23**, 3-18, Padova.
- FERRARIS G., PRENCIPE M. & ROSSI P. (1998) - *Stoppaniite, a new member of the beril group: crystal structure and crystal-chemical implications*. Eur. J. Mineral., **10**, 491-496, Stuttgart.
- FIORI S., PUCCI R. (1990) - *Ritrovamento di cristalli di corindone nel Complesso Vulcanico Vicano*. Il Cercapietre - Notiz. Gr. Miner. Rom., **17**, 25-27, Roma.
- GIANNETTI B. (1982) - *Cumulate inclusions from K-rich magmas, Roccamonfina volcano, Italy*. Earth and Planetary Science Letters, **57**, 313-335, Amsterdam.
- LACROIX A. (1883) - *Les enclaves des roches volcaniques*. Mâcom, Protat Frères, 1, pp. 710, Paris.
- LINI M., MUSSINO A., PUCCI R. (1989) - *Minerali del Lazio poco conosciuti (parte prima)*. Il Cercapietre - Notiz. Gr. Miner. Rom., **16**, 9-21, Roma.
- LINI M., MUSSINO A., PUCCI R. (1990) - *Minerali del Lazio poco conosciuti (parte seconda)*. Il Cercapietre - Notiz. Gr. Miner. Rom., **17**, 9-18, Roma.
- LINI M., MUSSINO A., PUCCI R. (1991) - *Minerali del Lazio poco conosciuti (parte terza)*. Il Cercapietre - Notiz. Gr. Miner. Rom., 23-25, Roma.
- LOCARDI E. (1965) - *Tipi di ignimbrite di magmi mediterranei: le ignimbriti del Vulcano di Vico*. Atti Soc.Tosc. Sc. Nat., **72**, 55-173, Pisa.
- LOCARDI E. (1991) - *Minerogenesi di origine mantellica nell'Appennino*. Rend. Fis. Acc. Lincei, s. 9, v. 2, 239-251, Roma.
- MANENTI W. (1986) - *S. Rocco, una località riscoperta, sul Lago di Vico*. Il Cercapietre - Notiz. Gr. Miner. Rom., giugno, 2° suppl. al n°19, 20-22, Roma.

- MARAS A. (1982) - *La torite nel Lazio (Nota Preliminare)*. Per. Miner., 51, 2, 233-237, Roma.
- MARAS A., PARODI G. C., DELLA VENTURA G., OHENSTETTER D. (1991) - *A new Ca-Th borosilicate from the Vico volcanic complex, Tre Croci, Vetralla (Latium, Italy)*. Plinius, 6, p. 165, Padova.
- MARAS A., PARODI G. C., DELLA VENTURA G., OHENSTETTER D. (1995) - *Vicanite - (Ce): a new Ca, Th, REE borosilicate from the Vico Volcanic Complex, Tre Croci, Vetralla (Latium, Italy)*. Eur. J. Mineral., 7, 439-446, Stuttgart.
- MATTIAS P., VENTRIGLIA U. (1970) - *La Regione Vulcanica dei Monti Sabatini e Cimini*. Mem.Soc. Geol. It., 9, 331-384, Roma.
- MERCALLI G. (1889) - *Osservazioni petrografico-geologiche sui vulcani Cimini*. Rend. R. Ist. Lombardo, v. 22, fasc. III°, s. IIa, 139 - 147, Milano.
- PARODI G. C., DELLA VENTURA G., LORAND J. P. (1989) - *Mineralogy and petrology of an unusual osumilite + vanadium - rich pseudobrookite assemblage in an ejectum from the Vico Volcanic Complex (Latium, Italy)*. Am. Mineralogist, 74, 1278-1284, Kansas.
- RATH VOM G. (1866) - *Mineralogisch - geognostische Fragmente aus Italien*. I. Rom und die R(mische Campagna. III. Die Gegend von Bracciano und Viterbo. IV. Die Umgebungen des Bolsener Sees. Zeitsch. der deutschen geolog. Gesellesch., pp. 585, Berlin.
- ROSSI P. (1998) - *La stoppaniite, nuovo minerale del "gruppo del berillo"*. Il Cercapietre. Notiz. Gr. Miner. Rom., 24, 5-9, Roma.
- ROSSI P., BELLATRECCIA F., CAPRILLI E., PARODI G. C., DELLA VENTURA G., MOTTANA A. (1995) - *A new occurrence of rare minerals in an ejectum of the pyroclastics of Vico Volcano, Roman Comagmatic Region, Italy*. Rend. Fis. Acc. Lincei, s. 9, v. 6, 147-156, Roma.
- RUALI P. M. (1986) - *13 anni di studi e ricerche nel Lazio (1^ parte)*. Il Cercapietre - Notiz. Gr. Miner. Rom., I° suppl. al n° 19, 18-23, Roma.
- SABATINI V. (1912) - *I Vulcani dell'Italia centrale*. Parte II: Vulcani Cimini. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 15, pp. 617, con carta geologica alla scala 1:75.000, Tip. Nazionale G. Bertero e C., Roma.
- SANTACROCE R. (1970) - *Assimilazione carbonatica negli inclusi litoidi delle pomici di Case Collina, Pitigliano (Grosseto)*. Per. Miner., 39, 255-290, Roma.
- Scherillo A. (1940) - *I proietti con minerali boriferi dei Vulcani Cimini*. Per. Miner., 11, 367-391, Roma.
- STOPPANI F. S. (1994) - *Vicanite - (Ce): nuova specie del Lazio*. Riv. Miner. It., 3, 207-211, Milano.
- STOPPANI F. S., CURTI E. (1982) - *I minerali del Lazio*. Ed. Olimpia, pp. 292, Firenze.
- STOPPANI F. S., FIORI S., PENCO G. (1994) - *Peprossiite - (Ce), una nuova specie del Lazio*. Riv. Miner. It., 1, 48-51, Milano.
- STRUNZ H. (1941) - *Mineralogische Tabellen*. Akademische-verlagsgesellschaft Gest & Portig K.-G., pp.448, Leipzig.
- STRÜVER G. (1876) - *Studi sui minerali del Lazio. Parte prima*. Atti R. Acc. Lincei, s.2, v. 3, 33-34, Roma.
- ZAMBONINI F. (1898) - *Sul Sanidino del Monte Cimino (Viterbese)*. Riv. di Miner. e Crist. It., 20-69, Padova.
- ZAMBONINI F. (1900a) - *Anortite di S. Martino (VT)*. Riv. di Miner. e Crist. It., 24, 4-13, Padova.
- ZAMBONINI F. (1900b) - *Sull'esistenza della sodalite nei "blocchi erratici" del Viterbese*. Riv. di Miner. e Crist. It., 24, 13-16, Padova.