

# Goyazite e svanbergite : due nuove specie mineralogiche per il Ticino

Autor(en): **Antognini, Marco / Roth, Philippe / Andò, Sergio**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bollettino della Società ticinese di scienze naturali**

Band (Jahr): **109 (2021)**

PDF erstellt am: **14.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1003007>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Goyazite e svanbergite, due nuove specie mineralogiche per il Ticino

Marco Antognini<sup>1\*</sup>, Philippe Roth<sup>2</sup>, Sergio Andò<sup>3</sup>, Paolo Gentile<sup>4</sup> e Stefano Conforti<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Museo cantonale di storia naturale, Viale Cattaneo 4, 6900 Lugano, Svizzera

<sup>2</sup> Servizio Sismico Svizzero ETH di Zurigo, 8092 Zurigo, Svizzera

<sup>3</sup> Università Milano-Bicocca, DISAT, Laboratorio Provenance, Piazza della Scienza 4, 20126 Milano, Italia

<sup>4</sup> Università Milano-Bicocca, Piattaforma di Microscopia, Piazza della Scienza 4, 20126 Milano, Italia

<sup>5</sup> Via Pacini 39, 20131 Milano, Italia

\* [marco.antognini@ti.ch](mailto:marco.antognini@ti.ch)

**Riassunto:** Analisi con microscopio elettronico a scansione (SEM) tramite spettroscopia EDX e in spettroscopia Raman, hanno permesso di identificare due nuove specie minerali per il Cantone Ticino. La goyazite è stata rinvenuta in un campione proveniente da Pinadee in Valle di Blenio. La svanbergite analizzata proviene invece dal Passo Vanit (Campolungo, Valle Leventina). Un altro campione è stato identificato come soluzione solida svanbergite-goyazite e proviene dal Pizzo Fiorina in Val Bavona. Questi minerali, da incolore ad arancione, formano cristalli di dimensioni molto ridotte (< 1 mm) e di aspetto pseudocubico.

**Parole chiave:** Cantone Ticino, Goyazite, mineralogia regionale, Svanbergite

## Goyazite and svanbergite, two new mineralogical species for Ticino

**Abstract:** Scanning electron microscope (SEM) analyses by EDX spectroscopy and Raman spectroscopy analyses allowed for the identification of two new mineral species for Cantone Ticino. The goyazite was found in a sample coming from Pinadee (Valle di Blenio). The analysed svanbergite come from Passo Vanit (Campolungo, Valle Leventina). Another sample from Pizzo Fiorina (Val Bavona) has been identified as a solid solution between svanbergite and goyazite. The minerals, colorless to orange, form small crystals (< 1 mm) of pseudocubic appearance.

**Keywords:** Goyazite, regional mineralogy, Svanbergite, Ticino

## INTRODUZIONE

L'attività di ricerca di minerali sul territorio cantonale riserva talvolta piacevoli sorprese e molto spesso campioni raccolti in passato possono custodire specie ancora ignote per il Ticino. È sovente il caso dei micro-minerali le cui dimensioni non facilitano certo la determinazione e che possono sfuggire ad una prima ispezione. Nel presente lavoro sono presentati i risultati di analisi svolte su campioni gentilmente messi a disposizione dai collezionisti Giorgio Bizzozzero e Luigi Mazzardi, analisi che hanno permesso l'identificazione di due nuove specie per il cantone: la goyazite, di formula  $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$ , e la svanbergite,  $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$ .

Questi minerali fanno parte del super gruppo dell'alunite. Tutte le specie di questo super gruppo hanno in comune una simmetria trigonale e una morfologia dominata o da aggregati sferici o da piccoli cristalli romboedrici acuti o ottusi, gli ultimi di aspetto pseudocubico (Fig. 1). Poiché le strutture cristalline di queste specie sono molto simili e tra loro esistono soluzioni solide complesse, gli studi con diffrazione ai raggi X (XRD) spesso non forniscono una determinazione affidabile. L'analisi chimica con microscopio a scansione

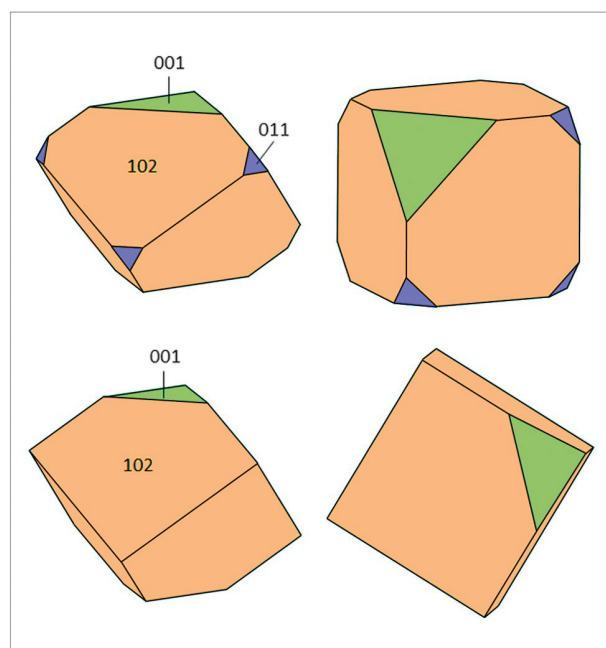


Figura 1: Forme cristalline nei campioni analizzati con relativa rotazione prospettica (vedi Fig. 2B e 2D).

elettronica (SEM) associato alla spettroscopia EDX è più promettente, in particolare se coadiuvata dall'utilizzo della spettroscopia Raman.

Tutte queste specie, molte delle quali non sono così rare, anche se le piccole dimensioni dei loro cristalli non le rendono molto popolari tra i collezionisti di minerali, hanno una formula chimica che può essere generalizzata come segue:  $ADX(OH)_6$ , dove **A** può essere Pb, Na, Ce, Ba, Sr, Ca o altri elementi, **D** è più spesso  $Al_3$  o  $Fe_3$  e **X** può essere,  $(SO_4)_2$ ,  $(AsO_4)(AsO_3OH)$ ,  $(PO_4)$  ( $PO_3OH$ ), ma anche  $(AsO_4)(SO_4)$  o  $(PO_4)(SO_4)$ . La tabella 1 presenta solo una parte delle specie del super gruppo dell'alunite, quelle che occasionalmente si trovano nelle rocce sedimentarie metamorfosate.

## MATERIALI E METODI

### Reperto 1:

#### Minerale arancione su cristallo di quarzo

Il cristallo di quarzo proviene dal Pizzo Fiorina in alta Val Bavona e misura 4 x 2 cm (Fig. 2A). L'esemplare è stato donato al Museo cantonale di storia naturale diversi anni fa da Luigi Mazzardi ed è stato registrato con il numero di catalogo 23495. Su di una faccia del quarzo, oltre a lamelle di muscovite, si notano alcuni minuscoli (< 1 mm) cristalli da aranciati a incolore (Fig. 2B). Nell'ambito di un'indagine sui micro-minerali del nord del Ticino proposta da uno degli autori (SC), si è optato per un'analisi di questo reperto.

#### Microanalisi EDS

Il campione è stato sottoposto ad analisi preliminari presso la Piattaforma di Microscopia dell'Università di Milano-Bicocca, utilizzando un microscopio elettronico a scansione Tescan Vega TS 5136 XM equipaggiato con sistema EDAX Genesis 4000 XMS. Al fine di migliorare la conducibilità elettrica del soggetto e consentire quindi l'esecuzione delle osservazioni e delle misure, il campione è stato preventivamente avvolto con una sottile pellicola di alluminio lasciando libera solo la superficie da analizzare. Le condizioni analitiche delle strumentazioni sono le seguenti. SEM: WD - 23,000 mm, Assorbimento di corrente -  $190 \pm 1$  pA, Spot size - 250 nm, HV - 20 kV, Alto vuoto  $\leq 8e^{-3}$  Pa. EDX: Take-Off-Angle - 45°, Tempo di raccolta - 100 Lsec, Amp Time - 51.2  $\mu$ S, DT - 20%.

Poiché le analisi sono state effettuate su cristalli tal quali, i dati semi-quantitativi ottenuti andavano integrati con analisi o diffrattometriche (che avrebbero però comportato l'asportazione di uno o più cristalli e quindi il danneggiamento del campione) o in spettroscopia Raman (non distruttiva). Si è così optato per la seconda metodologia.

#### Spettroscopia Raman

Il campione è stato analizzato con uno spettroscopio Raman Renishaw inVia, con obiettivo 20x e laser verde 532 nm, presso il laboratorio di studi di provenienza "Provenance" del Dipartimento di Scienze dell'ambiente e della Terra dell'Università di Milano Bicocca. La potenza del laser e il tempo di ogni misura sono stati re-

golati in funzione dell'orientazione del cristallo e dell'assorbimento della luce su campioni macroscopici non preparati, per evitare la saturazione del segnale Raman. La spettroscopia Raman abbinata alle analisi SEM-EDX, diviene uno strumento fondamentale per distinguere varietà di minerali idrati con chimismo simile. Un'attenta analisi degli spettri, ottenuti in pochi minuti e senza distruggere campioni unici e preziosi, consente una verifica oggettiva, che completa le informazioni ottenute con altre metodologie analitiche.

### Reperto 2:

#### Minerale arancione pseudocubico su marmo dolomitico

Il campione, trovato da Giorgio Bizzozzero diversi anni fa e che, oltre alla dolomite e al minerale allora sconosciuto, non contiene altre specie, proviene dagli affioramenti di marmi dolomitici triassici della Falda della Soja nel Ri della Foppa a monte di Pinadee in Valle di Blenio. L'esemplare è stato presentato nel 2018 a uno degli Autori (PR) da Franco Vanini di Varese (I), il collezionista nella cui collezione è conservato ora il minerale (numero Pi-45-GB). Il solo cristallo presente sul campione mostra un romboedro ottusangolo e una faccia del pinacoide di base che conferiscono al minerale, che è in realtà trigonale, un abito pseudocubico. Un campione analogo, proveniente dalla medesima località e donato da Giorgio Bizzozzero al Museo cantonale di storia naturale, è illustrato alla Fig. 2C (numero di catalogo 24948).

#### Microanalisi EDS

Le analisi dei campioni sono state condotte a Zurigo con l'ausilio di un microscopio elettronico a scansione (SEM) Hitachi TM3030 equipaggiato con sistema di microanalisi EDX Oxford SwiftED3000, calibrato con rame. Questa strumentazione richiede solo un basso vuoto e permette di misurare l'intero campione senza rivestirlo con una pellicola elettricamente conduttiva. Le condizioni analitiche della strumentazione sono le seguenti. SEM: Working distance - ~2 mm, Acceleration voltage - 15 kV, pompa turbomolecolare con 30 l/s, EDX: Take-Off-Angle - 25°, Tempo di raccolta - 60 sec, Energy resolution - 161 eV (Cu-K $\alpha$ ).

### Reperto 3:

#### Minerale arancione pseudocubico su marmo dolomitico

Quest'altro campione di marmo dolomitico proviene dal Passo Vanit nella regione del Campolungo in Valle Leventina. L'esemplare è stato consegnato nel 2020 a uno degli Autori (PR) per analisi dal suo scopritore, Giorgio Bizzozzero, e ora fa parte della collezione dell'autore (numero Hp 113/05; Fig 2E). Il solo cristallo presente sul campione mostra anche in questo caso un romboedro ottusangolo e una faccia del pinacoide di base che conferiscono al cristallo un abito pseudocubico (Fig 2F). I minerali che lo accompagnano sono, oltre alla dolomite, calcite, muscovite e rutilo.

#### Microanalisi EDS

Vedi reperto 2.





Figura 2: (A) cristallo di quarzo dal Pizzo Fiorina, reperto 1 (4 x 2 cm). Al centro nella parte superiore s'intravede un cristallo arancione di svanbergite-goyazite. (B) uno dei cristalli presenti sul quarzo (larghezza del campo inquadrato 0.8 mm). (C) campione di marmo dolomitico dal Ri della Foppa, 6 x 5 cm. (D) cristallo arancione di goyazite (larghezza del campo inquadrato 0.9 mm). (E) marmo dolomitico dal Passo Vanit, reperto 3 (3 x 2 cm). (F) l'unico cristallo arancione di svanbergite presente sul marmo (larghezza del campo inquadrato 0.8 mm). Foto di Marco Antognini (A, C) e Mischa Crumbach (B, D, E e F).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Reperto 1: Svanbergite-goyazite

Nel corso della microanalisi EDX sono stati effettuati 3 punti analisi su cristalli diversi. Gli spettri hanno suggerito di poter identificare il minerale come presunta goyazite. Dagli spettri EDX e dalle analisi semi-quantitative effettuate si evince che trattasi di un fosfato di Sr e Al contenente anche piccole quantità di S ( $\text{SO}_3$  5-6% in peso) e F (1-2%) e tracce di Ca (appena percettibili). In spettroscopia Raman il reperto è stato analizzato insieme a un campione di determinazione certa e dal chimismo simile (svanbergite della Champion Mine, Nevada, USA) messo a disposizione da uno degli Autori (SC). I due minerali si distinguono per una diversa posizione dei modi vibrazionali espressi dalla posizione dei picchi Raman caratteristici, sia a bassa frequenza ( $150\text{-}1900\text{ cm}^{-1}$ ) sia ad alta frequenza ( $3000\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ ). L'aspetto generale degli spettri risulta simile e ciò riflette un simile chimismo e struttura cristallina nei campioni analizzati. Differenze significative si evidenziano per il diverso comportamento dei modi vibrazionali in relazione alla presenza ed occupanza del gruppo OH nei diversi cristalli (Frost & Palmer 2011; Lopez et al. 2013; Maubec et al. 2012). I modi vibrazionali del reperto 1 sono i seguenti: bassa frequenza: 181, 249, 392, 482, 522, 989, 1022, 1097  $\text{cm}^{-1}$ . Alta frequenza: 3218, 3319, 3416, 3467  $\text{cm}^{-1}$ .

I modi vibrazionali del reperto di svanbergite statunitense di riferimento sono invece: bassa frequenza: 173, 238, 397, 483, 525, 652, 1025, 1088  $\text{cm}^{-1}$ . Alta frequenza: 3165, 3439, 3490  $\text{cm}^{-1}$ .

Gli spettri Raman dei due minerali si distinguono nella regione ad alta frequenza per una marcata differenza nella posizione e forma dei picchi caratteristici (Fig. 3). In tale regione, il reperto 1 mostra due picchi ben distinti a più bassa frequenza. Questa caratteristica potrebbe essere messa in relazione con la presenza di due ben distinti modi vibrazionali dovuti alla diversa posizione e occupanza dei gruppi OH nella struttura cristallina. Infatti la goyazite mostra nella formula chimica  $[\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6]$  un gruppo OH come sostituzione di un ossigeno in un gruppo funzionale ( $\text{PO}_4$ ) che diventa ( $\text{PO}_3\text{OH}$ ) e 6 gruppi OH in diversa posizione, mentre la svanbergite mostra solo 6 gruppi OH senza sostituzioni  $[\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6]$ .

In termini di spettro Raman, tale differenza chimica e strutturale si manifesta nella svanbergite con la presenza di due picchi Raman a più alta frequenza, di cui uno appena accennato, come spalla del picco principale. Lo spettro Raman indica quindi trattarsi di una soluzione solida svanbergite-goyazite.

### Reperto 2: Goyazite

Le analisi EDX (EDXPR\_2662) eseguite su due punti dell'unico cristallo mostrano una composizione chimica che corrisponde alla goyazite. LAs e il Ba si trovano vicino o al di sotto della soglia di rilevamento (soluzioni solide con l'arsenogoyazite e con la gorceixite, rispettivamente). Ca e S sono presenti, ma in quantità tali (Ca: 0.18 apfu e S: 0.44 apfu; *atom per formula unit*) che non sono sufficienti a rendere il cristallo rispettivamente

una crandallite o una svanbergite (soluzioni solide della goyazite con questi due membri del super gruppo dell'alunite). Va notato che l'analisi EDX misura solo la superficie del cristallo e quindi non si possono trarre conclusioni sulla natura chimica del suo centro e quindi non si può escludere una possibile zonazione chimica.

### Reperto 3: Svanbergite

Le analisi EDX (EDXPR\_3631) sono state condotte su tre punti dell'unico cristallo del campione. Rivelano una composizione chimica che corrisponde alla svanbergite. Il contenuto di S è inferiore a quello di P, ma abbastanza chiaramente superiore a 0.5 apfu, in tutti i tre punti (0.62-0.69 apfu). LAs è rilevabile, ma il suo tenore è molto basso. Per quanto riguarda i cationi bivalenti, il bario è presente solo in tracce, mentre il contenuto di Ca è più alto, ma ancora scarso. Così, il reperto 3 corrisponde a un membro intermedio della serie di soluzioni solide svanbergite-goyazite, ma che si trova nel campo della svanbergite. L'osservazione di cui sopra sull'impossibilità di escludere una zonazione del cristallo è ovviamente valida anche in questo caso.

Descritta da Gramaccioli (1975) come "un fosfato assai raro", la goyazite nel contesto alpino è generalmente associata a marmi dolomitici. In Svizzera è ben nota nella famosa cava di Lengenbach (Graeser et al. 2008; Roth et al. 2014). A Lengenbach, e in altri affioramenti dolomitici della valle di Binn (VS), la goyazite forma piccoli cristalli singoli o raggruppati in aggregati, di un bel colore arancione chiaro o arancione intenso, sulla bianca dolomia saccaroide triassica (Van der Burgt et al. 2002; Gabriel & Graeser 2005). A volte, il bario domina sullo stronzio e la gorceixite è allora presente, senza che sia possibile distinguere otticamente le due specie. La goyazite è riportata anche nelle dolomie triassiche della Val Renastga (GR), località nota per il suo bellissimo topazio (Somm et al. 1988). È segnalata anche nella parte settentrionale del tunnel del Sempione (VS), sempre nei marmi dolomitici del Triassico (Stalder et al. 1988).

Anche nelle regioni italiane limitrofe l'occorrenza di goyazite è associata a marmi dolomitici, in particolare in alta Valmalenco (Bedognè et al. 1993) e nel tunnel del Sempione (Piccoli et al. 2007).

La scoperta di goyazite negli affioramenti a Pinadee può quindi inserirsi in tale vasto contesto geologico. Questi marmi dolomitici sono sicuramente di età triassica e appartengono alla Falda della Soja, una piccola falda che fa parte della zona del Brianzone (Galster et al. 2010). Questa Falda contiene un nucleo gneissico e una copertura metasedimentaria che comprende appunto i marmi dolomitici triassici che affiorano nel Rì della Foppa, vicino a Pinadee, a nord di Aquila.

Per quanto riguarda invece il reperto proveniente dal Pizzo Fiorina la sua interpretazione risulta più sorprendente. Il contesto geologico della zona è caratterizzato da gneiss conglomeratici della Falda del Lebendun e rare e piccole intercalazioni di marmo che non raggiungono certo l'estensione dei depositi triassici del nord del Ticino (Burckhardt & Günthert 1957). La sua oc-

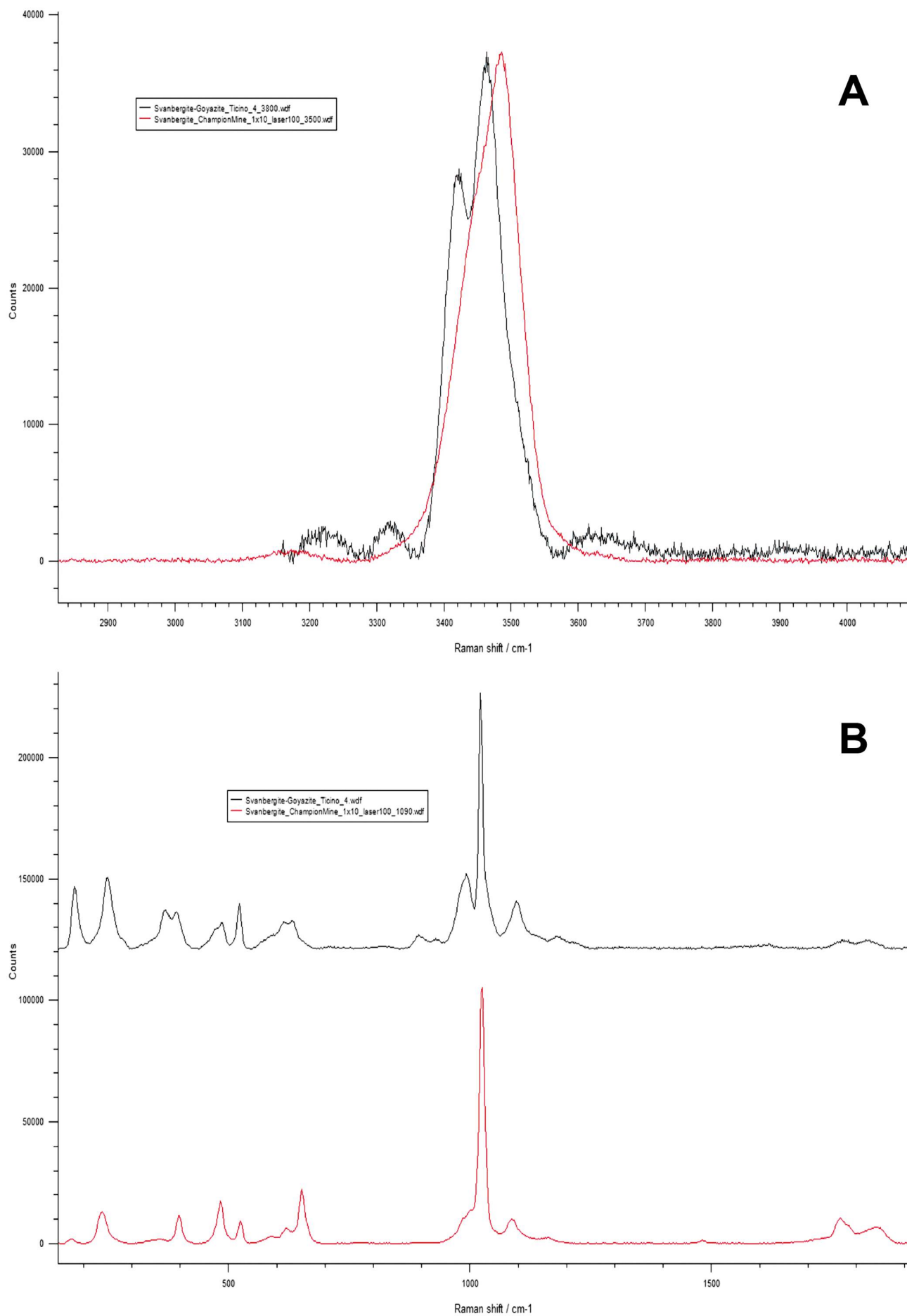


Figura 3: Spettri Raman del reperto 1 e del campione di riferimento di svanbergite della Champion Mine (USA) rispettivamente ad alta (A) e bassa (B) frequenza.

correnza è quindi da ritenersi molto interessante.

La svanbergite è da considerarsi molto più rara della goyazite. Finora questo minerale era conosciuto in Svizzera solo al Passo del Cancian, nella valle di Poschiavo, proprio al confine con l'Italia, dove è noto un affioramento di quarzite bianca contenente noduli di lazulite, alla base della serie sedimentaria della falda della Margna (Bedogné et al. 2006) e a Lanna in Val d'Hérens (VS; Marthaler et al. 2020). Anche in quest'ultimo caso la svanbergite è associata alla lazulite e, qui, pure alla goyazite, in un masso morenico.

In Ticino, come descritto, la svanbergite è stata rinvenuta in una zona mineralogica di fama internazionale (Gübelin 1939; Bianconi 1977; Rovetti et al. 1994; Guastoni & Pezzotta 2007) nonché località tipo della tremolite (Roth 2006). I marmi dolomitici triassici del Campolungo fanno parte della formazione Röti, nella copertura sedimentaria della falda del Sambuco (Bianconi 1971). Il campione analizzato rappresenta la prima e per ora unica occorrenza per il Ticino di questo minerale.

## REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Bedogné F., Montrasio A. & Sciesa E. 1993. I minerali della provincia di Sondrio: Valmalenco. Sondrio, Bettini, 275 pp.
- Bedogné F., Montrasio A. & Sciesa E. 2006. I minerali della media-alta Valtellina, delle Orobic valtellinesi e della Val Poschiavo. Aggiornamenti sulle altre località della provincia di Sondrio. Sondrio, Tipografia Bettini, 255 pp.
- Bianconi F. 1971. Geologia e petrografia della regione del Campolungo. Bern, Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge, 142. Lieferung, 238 pp.
- Bianconi F. 1977. Die Mineralfundstelle Campolungo. Lapis 2/8: 14-18.
- Burckhardt C.E. & Günther A. 1957. Atlasblatt 34 Basodino. Bern, Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000.
- Frost R.L. & Palmer S. 2011. Molecular structure of the mineral svanbergite  $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4, \text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$  - A vibrational spectroscopic study. Journal of Molecular Structure, 994: 232-237.
- Gabriel W. & Graeser S. 2005. Neues aus der Dolomitzone Lengenbach-Mässerbach. Schweizer Strahler 39(3): 28-31.
- Galster F., Epard J.-L. & Masson H. 2010. The Soja and Luzzone nappes: discovery of a Briançonnais element below the front of the Adula (NE Ticino, Central Alps). Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles 92(2): 61-75.
- Graeser S., Cannon R., Drechsler E., Raber T. & Roth P. 2008. Faszination Lengenbach. Abbau - Forschung - Mineralien 1958-2008. Lindau, KristalloGrafik Verlag, 192 pp.
- Gramaccioli C.M. 1975. Minerali alpini e prealpini. Bergamo, Istituto Italiano Edizioni Atlas, 473 pp.
- Guastoni A. & Pezzotta F. 2007. Il crisoberillo di Campolungo nella raccolta mineralogica del Museo di Storia Naturale di Milano. Geologia Insubrica 10/2: 27-28.
- Gübelin E. 1939. Die Mineralien im Dolomit von Campolungo (Tessin). Bollettino Svizzero di Mineralogia e Petrografia 19: 325-442.
- Lopez A., Xi Y. & Frost R.L. 2013. Raman and infrared spectroscopic study of the mineral goyazite  $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 116: 204-208.
- Marthaler M., Girard M., Gouffon Y., Meisser N. & Savary J. 2020. Feuille 1327 Evolène. Wabern, Atlas géologique de la Suisse 1:25'000, Notice explicative. 169 pp.
- Maubec N., Lahfid A., Lerouge C., Wille G. & Michel K. 2012. Characterization of alunite supergroup minerals by Raman spectroscopy. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 96: 925-939.
- Piccoli G.C., Maletto G., Bosio P. & Lombardo B. 2007. Minerali del Piemonte e della Valle d'Aosta. Alba (Cuneo), Associazione Amici del Museo «F. Eusebio», Alba Ed., 607 pp.
- Roth P. 2006. The Early History of Tremolite. Axis 2/3: 1-10.
- Roth P., Raber T., Drechsler E. & Cannon R. 2014. The Lengenbach Quarry, Binn Valley, Switzerland. Mineralogical Record, 45(2): 157-196.
- Rovetti A., Rovetti I., Pacciorini M., Donati D. & Weiss S. 1994. Campolungo, Schweiz: Neufund der grössten Korund-Kristalle der Alpen. Lapis 19/9: 35-40.
- Soom M., Armbruster Th. & Stalder H. A. 1988. OH-rich topaz from alpine fissures in Triassic dolomites near Lugnez, Graubünden (Mesozoic cover of Gotthard Massif, Swiss Alps). Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen 68: 141-155.
- Stalder H.A., Wagner A., Graeser S. & Stuker P. 1998. Mineralienlexikon der Schweiz. Basel, Verlag Wepf & Co., 580 pp.
- Van der Burgt A., Cuchet S. & Ansermet S. 2002. Neufunde von Goyazit im Binntal, Wallis (Schweiz). Lapis 27(2): 18-19.