



ISSN 1590-2595

quaderni di geofisica

n. 52

**STORIA TERMICA DI UNA
FUMAROLA DEL VESUVIO
(CAMPANIA, ITALY) ATTRAVERSO
LO STUDIO DI MINERALI PRESENTI
SU DI UN MICROCAMPIONE**

Massimo Russo e Italo Campostrini

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

2008

Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Anna Grazia Chiodetti (AC)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Lucia Margheriti (CNT)

Simona Masina (BO)

Nicola Pagliuca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - coordinatore (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano (responsabile)

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it

quaderni di geofisica



**STORIA TERMICA DI UNA FUMAROLA DEL VESUVIO
(CAMPANIA, ITALY) ATTRAVERSO LO STUDIO DI
MINERALI PRESENTI SU DI UN MICROCAMPIONE**

Massimo Russo¹, Italo Campostrini²

¹Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano

²Dipartimento di Chimica Strutturale e Stereochimica Inorganica, Università di Milano

Abstract

A lava scoria sample rich in crystals, from a fumarole of the 1906 eruption, has been examined in the present work. The analyses of the sample were performed by an EDS-equipped scanning electron microscope which made possible to identify galena, sphalerite, chalcocite and gypsum; these minerals can be considered as temperature-markers. At first the fumarole was in high temperature conditions (higher than 650°C and however not lower than 400-300°C) with deposition of galena and sphalerite. When temperature decreased a film of chalcocite (KPb_2Cl_5) was formed and coated the existing minerals. Finally, after a sudden drop in temperature gypsum was formed.

These findings are in agreement with the formation of galena and sphalerite into silica tubes placed in fumaroles of others volcanoes, according the methodology proposed by [Le Guern e Bernard, 1982].

Riassunto

Nel presente lavoro viene preso in esame un campione di lava scoriacea molto ricca in cristalli di deposizione fumarolica proveniente verosimilmente da una fumarola dell'eruzione del 1906.

Sul campione sono state eseguite analisi non distruttive mediante microscopia elettronica e spettrometria EDS che hanno permesso di

individuare galena, sphalerite, chalcocite e gesso. I minerali osservati possono essere considerati dei traccianti della temperatura di formazione. Inizialmente la fumarola si trovava in condizioni di alta temperatura (anche superiore ai 650°C e comunque non inferiore a 400-300°C) con deposizione di galena e sphalerite. Al diminuire della temperatura si è formata la chalcocite (KPb_2Cl_5) che ha ricoperto con un "velo" i minerali preesistenti. Infine, a seguito di un repentino abbassamento di temperatura (< 100°C), si è formato il gesso.

Queste conclusioni sono in accordo con i dati di formazione di galena e sphalerite entro i tubi di silice piantati all'emergenza di fumarole di minerali sublimati di altri vulcani, secondo le metodologie proposte da [Le Guern e Bernard, 1982].

Introduzione

Il Somma-Vesuvio è un'area di elevato interesse mineralogico, tanto da considerarla una delle più ricche al mondo di specie rinvenute; si tratta di uno strato-vulcano, nella cui caldera (Monte Somma) si è formato il Gran Cono del Vesuvio. L'attività eruttiva del Somma-Vesuvio propriamente detto si è esplicata in un periodo compreso tra i 25.000 anni fa (alcune lave trovate in perforazioni profonde a -1345 m s.l.m. hanno dato un'età di 400.000 anni) ed il 1944 A.D., data dell'ultima eruzione. Attualmente il vulcano è in una fase quiescente, come testimo-

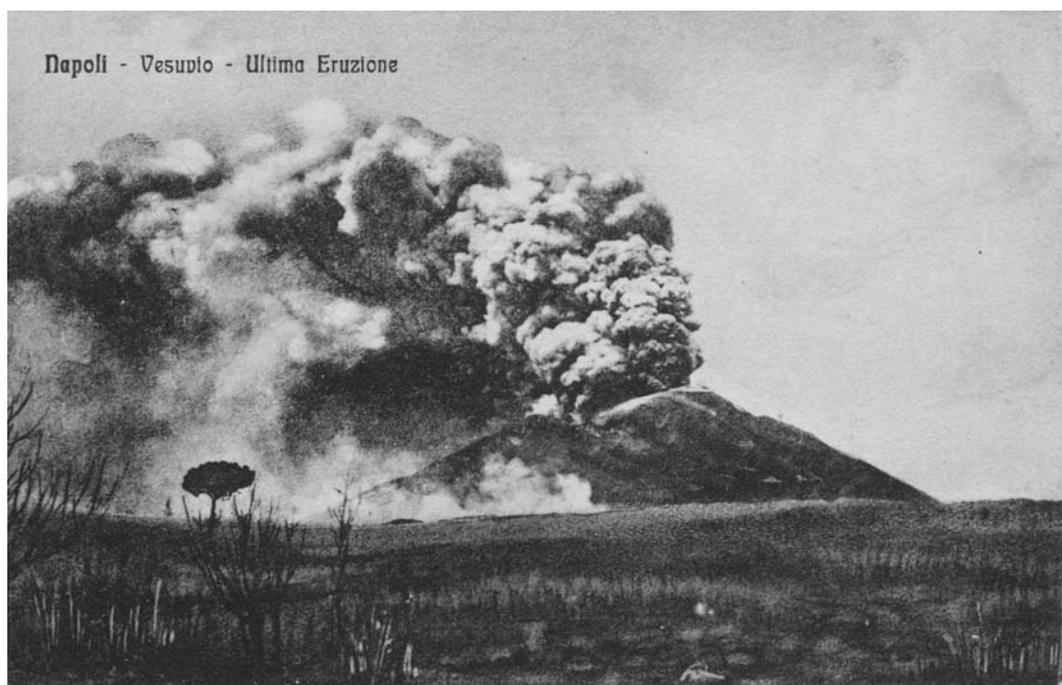


Figura 1. Eruzione dell'aprile 1906. Cartolina da una fotografia di F.A. Perret.
Figure 1. April 1906 eruption. Postcard from a F.A. Perret photo.



Figura 2. Fumarole del fondo cratere dopo l'eruzione del 1906 [da Mercalli, 1908].

Figure 2. Fumaroles at the crater bottom after the 1906 eruption. [from Mercalli, 1908].



Figura 3. Microcampione (area fotografata di 10 x 7 mm) contenente i minerali studiati: galena in prevalenza (campione e foto M. Russo).

Figure 3. Cubic galena with minor sphalerite (field of view 10 x 7 mm - specimen and photo M. Russo).



Figura 7. Sphalerite, cristallo di 0.3 mm, parzialmente incluso in uno di galena (campione e foto M. Russo).

Figure 7. Sphalerite, crystal of 0.3 mm, partially included in galena (specimen and photo M. Russo).

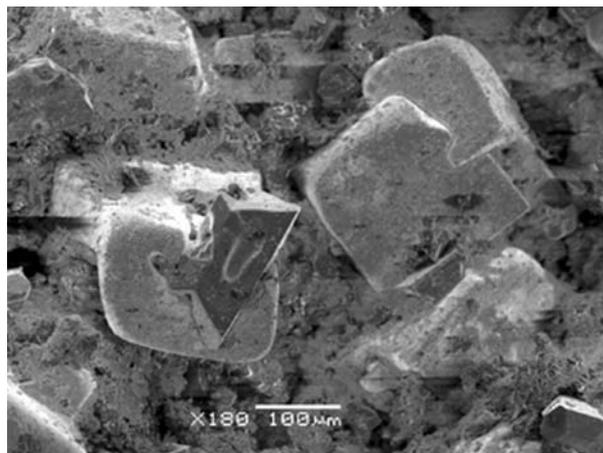


Figura 8. Foto SEM di sphalerite parzialmente inclusa di galena (campione M. Russo - foto I. Campostrini).

Figure 8. Sphalerite crystal partially included on galena (M. Russo specimen - I. Campostrini SEM photo).

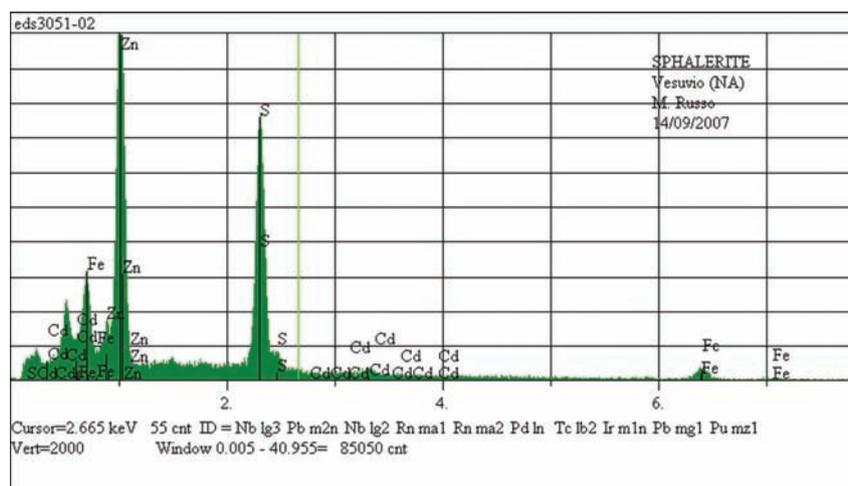


Figura 9. Spettro EDS della sphalerite (I. Campostrini).

Figure 9. EDS spectrum of sphalerite (I. Campostrini).

Su questo campione (Fig. 3) sono state individuate mediante analisi non distruttive SEM-EDS le seguenti specie: galena preponderante, sphalerite, chalcocite e gesso. Si vuole ricordare che per la sphalerite si tratta della prima segnalazione nelle fumarole di questo vulcano [Russo et al., 2008].

1.1. Galena - PbS -

È sicuramente il minerale più diffuso sul campione in esame. Si presenta in cristalli millimetrici aventi *habitus* cubico e cubo-ottaedrico di colore grigio-scuro metallico. Il minerale era stato già descritto da Zambonini [1906a]. La genesi di questo minerale è dovuta alla reazione dell'idrogeno solforato con il cloruro di piombo

ad alta temperatura: $PbCl_2 + H_2S \rightleftharpoons PbS + 2HCl$. La prova che il nostro campione è proprio del 1906 sta nel fatto che la galena prodotta è in cristalli distinti (quella del 1826 si presentava in "squamette" come osservato da Covelli, [1839]) e la maggiore produzione avvenne dalla seconda metà di maggio fino alla prima metà di novembre dello stesso anno [Lacroix, 1906].

1.2. Sphalerite - (Zn,Fe)S -

È la vera novità per le fumarole del Vesuvio. Si presenta in cristallini tetraedrici di colore grigio-scuro metallici parzialmente inclusi nella galena. Il minerale inizialmente analizzato da Gunter Blaß (C. Schäfer, comunicazione personale agli A.A.) è stato confermato da Italo

Campostrini. La genesi di questo minerale è dovuta alla reazione dell'idrogeno solforato con il cloruro di zinco ad alta temperatura: $ZnCl_2 + H_2S \rightleftharpoons ZnS + 2HCl$.

1.3. Chalcococcoite - KPb_2Cl_5 -

Specie scoperta recentemente alla Lolon mine (Challacollo mine), Challacollo, Iquique Province, Tarapacá Region (Chile) e poi al Vesuvio studiando un vecchio campione di "cotunnite" delle lave del 1855 presso il Mineralogical Museum della Saint Petersburg State University ed anche in un campione del 1907 (eruzione 1906 n.d.a.) di "cotunnite" del Mineralogical Museum dell'Università di Hamburg [Schlüter et al., 2005]. Nel nostro campione la chalcococcoite si presenta come una velatura criptocristallina sui cristalli di galena e sphalerite.

1.4. Gypsum - $Ca(SO_4) \cdot 2H_2O$ -

Questo minerale è presente in piccoli cristalli incolori o biancastri aventi *habitus* prismatico, riuniti in aggregati a "ciuffi" come descritto anche da Zambonini [1910]. Il gesso si rinviene sopra il velo di chalcococcoite. Si forma a temperature intorno ai 100°C per alterazione dei minerali della lava da parte dell'acido solforico.

2. Tipo di analisi

Il campione in oggetto è stato sottoposto ad analisi chimica qualitativa utilizzando un microscopio elettronico a scansione JEOL JSM 5500LV corredato di spettrometro EDS iXRF. L'analisi è stata eseguita in condizioni di basso

vuoto (20 Pa) ad un voltaggio di 20 keV, senza metallizzare il campione, al fine di preservarlo integro. È stato comunque possibile individuare la presenza di due distinte fasi mineralogiche: galena e sphalerite, anche se non è stato possibile eseguire analisi quantitative del campione.

Per quanto riguarda la galena sono ben visibili sullo spettro i picchi attribuibili a Pb, Cl e K. La presenza di questi ultimi elementi può essere interpretata come dovuta ad un sottile rivestimento di chalcococcoite (KPb_2Cl_5) sui cristalli di galena. Sullo spettro della sphalerite oltre ai picchi attribuibili a Zn ed S sono visibili anche quelli relativi a Fe e Cd, elementi accessori comunemente presenti in questo minerale.

3. Storia di una fumarola in un micro campione e conclusioni

Il campione descritto è una "finestra" aperta sulla storia della fumarola da cui è stato prelevato. Infatti i minerali osservati possono essere considerati dei traccianti della temperatura di formazione. Ricerche sistematiche alle fumarole del Vesuvio sulle relazioni temperatura - chimismo dei gas - fasi solide associate, furono eseguite soprattutto da [Deville, 1855] in occasione dell'eruzione del 1855 e da [Lacroix, 1907] per le fumarole di quella del 1906. Sulla base delle loro osservazioni possiamo dire che la roccia è stata sottoposta all'azione dei fluidi fumarolici per un certo periodo di tempo. Inizialmente la fumarola si trovava in condizioni di alta temperatura: "Fumarole a sali di potassio e sodio" [Lacroix, 1907] che corrispondono alle "fumarole secche" di [Deville, 1855], sono

<i>Elementi:</i>	selenium, siderazot, sulphur- α , sulphur- β .
<i>Solfuri:</i>	chalcopyrite, galena, orpiment(?), pyrite, pyrrotite, sphalerite(*), realgar.
<i>Aloidi:</i>	atacamite, chalcococcoite, chloraluminite, chlormanganokalite , cotunnite, cryptohalite(?), erythrosiderite, halite, molysite, pseudocotunnite, sal ammoniac, scacchite, sylvite.
<i>Ossidi:</i>	hematite, magnetite, opal, tenorite.
<i>Idrossidi:</i>	sassolite.
<i>Carbonati:</i>	natron, thermonatrite, tridymite, trona.
<i>Solfati:</i>	alunite, alunogen, anglesite, anhydrite, apthitalite, bassanite , chalcantite, cyanochroite, gypsum, mascagnite, metavoltine, palmierite , picromerite, potassium alum, syngenite, voltaite.

Tabella 1 Elenco dei minerali fumarolici dell'eruzione del 1906. In grassetto i minerali considerati località tipo (trovati per la prima volta al mondo durante questa eruzione), in grassetto corsivo quello esclusivo di questo vulcano, (*) questo lavoro [da Russo, 2006 aggiornato].

Table 1 Directory of fumarolic minerals of the eruption of 1906. In bold minerals considers locality type (finds you for the first time to the world during this eruption), in italic bold that exclusive one of this volcano, (*) this work [after Russo, 2006].

quelle che presentano una temperatura superiore ai 650°C e come limite minimo i 400°-300°C. Nell'eruzione del 1906 si formò in quantità notevole la galena e come da noi accertato, in quantità minore, anche la sphalerite; al diminuire della temperatura si è formata la challaccolite (KPb₂Cl₅) che ha ricoperto con un "velo" i minerali preesistenti. A tal proposito [Lacroix, 1907] osservò una pseudomorfo di cotunnite (PbCl₂) su galena che poteva essere spiegato con il graduale raffreddamento delle fumarole. Probabilmente non tutta la cotunnite prodotta doveva essere tale e doveva in realtà trattarsi di challaccolite. A seguito di un repentino abbassamento di temperatura (o in realtà non abbiamo indizi di minerali di media temperatura sul campione) si arriva alle "Fumarole solfidriche" [Lacroix, 1907] che corrispondono alle "fumarole a vapore d'acqua con H₂S o zolfo" [Deville, 1855] dove si è formato il gesso. In questo caso la temperatura raramente supera i 100°C.

Queste conclusioni sono in accordo con i dati di formazione di galena e sphalerite entro i tubi di silice piantati all'emergenza di fumarole di minerali sublimati di altri vulcani, secondo le metodologie proposte da [Le Guern e Bernard, 1982] e tenendo conto delle loro peculiarità. [Cheynet et al., 2000] trovarono per il cratere de La Fossa (Isola di Vulcano) galena a 428°-277°C e sphalerite a 650°-400°C; [Churakov et al., 2000] per il cratere del vulcano Kudryavy nelle Kuril Islands galena a 480°-300°C e sphalerite 600°-200°C, mentre [Africano et al., 2002] per il vulcano Satsuma-Iwojima galena a T>400°C e sphalerite 400°-175°C. Per quanto riguarda la challaccolite non abbiamo dati termici di formazione per il Vesuvio, mentre [Africano et al., 2002] trovarono il composto KPb₂Cl₅ (ancora non definito come challaccolite) a 550°-390°C sempre nei tubi di silice al vulcano Satsuma-Iwojima. Infine gli autori del presente lavoro hanno rilevato una T = 360°C nel 2006 per una fumarola del cratere de La Fossa (Isola di Vulcano).

Bibliografia

Africano, F., Van Rompaey, G., Bernard, A. e Le Guern F. (2002). *Deposition of trace elements from high temperature gases of Satsuma-Iwojima volcano*. Earth Planets Space, **54**(3), 275-286

Cheyne, B., Dall'Aglio, A., Garavelli, A., Grasso, M.F. e Vurro, F. (2000). *Trace elements from fumaroles at Vulcano Island (Italy). rates of transport and thermochemical model*. Journal

of Volcanology and Geothermal Research, **95**, 273-283.

Churakov, S.V., Tkachenko, S.I., Korzhinskii, M.A., Bocharnikov R.E. e Shmulovich, K.I. (2000). *Evolution of composition of high-temperature fumarolic gases from Kudryavy Volcano, Itrup, Kuril Islands. the thermodynamic modelling*. Geokhimiya, **5**, 485-501.

Covelli, N. (1839). *Sul bi-solfuro di rame che forma attualmente al Vesuvio*. Memoria letta nella tornata del 21 luglio 1826, Atti della Reale Accademia delle Scienze, **4**, 9-15.

Deville Saint-Claire, C. (1855). *Observations sur la nature et la distribution des fumarolles dans l'eruption du Vesuve du 1. du 1855*. Mallet-Bachier imprimeur-libraire, 55 pp., Paris.

Lacroix, A. (1906). *Sur quelques produit des fumarolles de la recente eruption di Vesuve et en particulier sur les mineraux arsenifères et plombifères*. Comptes rendus hebdomadaires des des séances de l'Académie des sciences, **143**, 727-730.

Lacroix, A. (1907). *Les mineraux des fumarolles de l'eruption du Vesuve en avril 1906*. Bulletin de la Société française de Minéralogie et Cristallographie, **30**, 219-266, Paris.

Le Guern, F. e Bernard A. (1982). *A new method for sampling and analyzing volcanic sublimate - application to Derapi volcano, Java*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **12**, 133-146.

Mercalli, G. (1906). *La grande eruzione Vesuviana cominciata il 4 aprile 1906*. Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, **24**, 3-34, Roma.

Mercalli, G. (1908). *Il Vesuvio dopo l'eruzione del 1906*. Natura ed Arte, **1**, 11-19, Milano.

Russo, M. (2006). *I minerali di formazione fumarolica della grande eruzione del 1906*. Open File Report, **6**, 1-39: www.ov.ingv.it/italiano/pubblicazioni/openfile/ofr_06_06.htm.

Russo, M. (2007). *Elenco de "I Minerali del Somma-Vesuvio*. Su: *Forum dell'Associazione Micro-mineralogica Italiana*: forum.amiminerals.org/files/elenco_dei_minerali_del_somma_05_01_2007_128.pdf

Russo, M. e Punzo, I. (2004). *I Minerali del Somma-Vesuvio*. Associazione Micro-mineralogica Italiana, 320 pp., Cremona.

Russo, M., Campostrini, I., Blaß, G., Schäfer, C. e Ciriotti, M.E. (2008): *Prima segnalazione di sfalerite nelle fumarole del Vesuvio*. MICRO, 2008 (1), 123-124. Associazione Micro-mineralogica Italiana,

Schlüter, J., Pohl, D. e Britvin, S. (2005). *The new mineral challaccolite, KPb₂Cl₅, the natural occurrence of a technically known laser mate-*

- rial. Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, **182**(1), 95-101.
- Zambonini, F. (1906a). *Sulla galena formatasi nell'ultima eruzione vesuviana dell'Aprile 1906*. Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, **15**, 235-238, Roma.
- Zambonini, F. (1910). *Mineralogia Vesuviana*. Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli, **14**, 1-368.



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata, 605 - 00143 Roma - Italy
www.ingv.it