

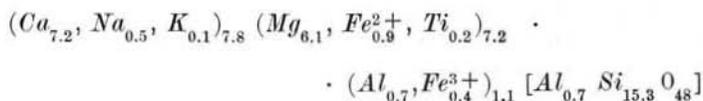
CONRAD BURRI (\*), PIO DI GIROLAMO (\*\*)

## CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLE LAVE DELLA GRANDE ERUZIONE DEL VESUVIO DEL 1631

RIASSUNTO. — E' stato eseguito uno studio petrochimico e mineralogico su diversi campioni di lave dell'eruzione vesuviana del 1631.

Dopo l'eruzione pliniana del 79 d.C. quella del 1631 rappresenta l'evento vulcanico più importante nella storia del Vesuvio; nonostante questo si avevano fino ad ora pochi dati petrografici su quest'ultima eruzione.

Sono state prese in considerazione 9 analisi chimiche di campioni prelevati in lave di località diverse e in punti diversi di una stessa lava. E' stato studiato un procedimento di calcolo normativo che dia una composizione mineralogica soddisfacentemente simile al modo: La Norma Equivalente diventa molto simile al modo se nel calcolo vengono introdotti minerali modaliali quali una leucite sodifera (indicativamente 7.5% di Na-Lc) e un'augite diopsidica. Quest'ultimo minerale, isolato e analizzato, è di formula:



Complessivamente le lave si classificano, modalmente o normativamente, come leucititi tefritiche con valori medi dei sialici a 100: foidi 70%, plagioclasio 30%; indice di colore 40.

Le diverse lave mostrano comunque alcune differenze in composizione chimica e mineralogica dovute a un probabile processo di differenziazione e a fenomeni autopneumatolitici. Riguardo il primo fattore risulta infatti che il magma aveva subito, prima dell'eruzione, una differenziazione gravitativa essenzialmente per movimento del pirosseno. I processi autopneumatolitici, inoltre, hanno deposto nei vucoi e fratture delle lave neominerali vari fra cui il più abbondante risulta la sodalite; tali processi portano essenzialmente ad una desilicizzazione: in una stessa lava il valore di Si<sup>o</sup> va da 0.671 nella facies normale compatta a 0.654 in quella porosa autopneumatolitica.

(\*) Institut für Kristallographie und Petrographie ETH, 8006 Zurigo, Sonneggstr. 5.

(\*\*) Istituto di Mineralogia dell'Università, Napoli, Via Mezzocannone 8.

Tali dati contribuiscono, come scopo immediato, ad avere una migliore conoscenza petrografica delle lave del 1631; essi comunque confermano, come argomento più generale, che i dati su un solo campione o anche su pochi campioni possono essere poco rappresentativi di una singola eruzione soprattutto quando si studiano eventuali processi evolutivi in un intervallo di tempo relativamente breve.

ZUSAMMENFASSUNG. — Von den Laven des grossen Vesuvausbruches von 1631, dem bedeutendsten seit dem Wiedererwachen des Vulkans im Jahre 79, werden 5 neue chemische Gesteinsanalysen, sowie diejenige eines Pyroxenes gegeben. Unter Annahme eines Gehaltes von 7.5% Na-Le für den Leucit, sowie Benützung der ermittelten Pyroxenzusammensetzung, gelingt die Berechnung einer Variante der Äquivalentnorm, welche mit dem Modus gut übereinstimmt. Es handelt sich um tephritische Leucitite (Vesuvite) mit 70% Foiden und 30% Labradorit bei einer Farbzahl von 40. Die geringe Variation der untersuchten Proben kann durch gravitative Differentiationsprozesse unter Anreicherung des Pyroxens, sowie durch zusätzliche autopneumatolytische Vorgänge erklärt werden. Diese hatten vor allem die Bildung von Sodalit zur Folge, welche den Gesteinschemismus deutlich im Sinne einer Desilifizierung beeinflusste. Bei der Alkalibestimmung musste dem Umstand Rechnung getragen werden, dass in küstennahen Proben eine merkliche NaCl-Imprägnation nachweisbar ist.

Unter der Serie der Laven, welche mit Sicherheit dem Ausbruch von 1631 zugeschrieben werden können, und über denjenigen von 1139, findet sich eine weitere Lava von etwas abweichender Zusammensetzung. Sie muss auf Grund einer  $\gamma$ -spektrometrischen Altersbestimmung im Jahre 1480 ausgeflossen sein. Ihre Analyse wird ebenfalls gegeben. Da jedoch kein Ausbruch dieses Alters bekannt ist, indem allgemein für den Vesuv eine vom Ende des XIV. Jahrhunderts bis 1631 andauernde Ruhepause angenommen wird, bleibt ihre Stellung vorläufig ungeklärt.

SUMMARY. — Five new chemical analyses of lavas of the great Vesuvius eruption of 1631 are given, including an analysis of one of the pyroxenes. This is the most important eruption since that of 79 A.D. It is possible to calculate a variant of the equivalent norm showing close agreement with the mode, by assuming a content of 7.5% Na-Le in the leucite, and taking into account the ascertained composition of the pyroxene. The lavas turn out to be tephritic leucitites (vesuvites) with 70% of feldspathoides and 30% of labradorite as salic components, with a colour index of 40. The small variation in composition shown by the different specimens can be explained by processes of gravitative differentiation with enrichment of pyroxene, and partly by later pneumatolytic processes. The chief pneumatolytic mineral is sodalite, the formation of which causes notable desilication in comparison with specimens not affected by such processes. For specimens from the neighbourhood of the sea shore, it can be shown, that part of the sodium-content is due to impregnation with NaCl and therefore soluble in water.

Between the lavas which can be attributed with certainty to the eruption of 1631 and those below, of 1139, is another one of slightly different composition. Its analysis is also given. From a  $\gamma$ -spectrometric age determination 1480 results as the year of eruption. Because of lack of other evidence of any kind for volcanic action at this time, the whole period from the end of the XIV<sup>th</sup> century to 1631 being known as one of total inactivity for Vesuvius, the exact position of this lava remains for the moment uncertain.

### Introduzione.

Tra le numerose eruzioni vesuviane quella del 1631 occupa un posto speciale. Non solo è particolarmente memorabile perchè è stata di gran lunga l'eruzione maggiore e più catastrofica, dopo la ripresa dell'attività vulcanica del 79 d. C., avendo fatto 4000 vittime, ma riveste anche una particolare importanza dal punto di vista vulcanologico.

L'eruzione, classificabile di tipo iniziale di un periodo eruttivo, cominciò il 16 dicembre 1631 dopo un lungo periodo di riposo che durava per lo meno dall'anno 1500 o, più probabilmente, dalla fine del XIII secolo. In contrapposizione a questo lungo periodo di quiete nel periodo tra il 79 e il 1139 sono conosciute complessivamente 11 grandi eruzioni con un intervallo ogni volta di circa 100 anni (G. B. Alfano 1924, G. B. Alfano e I. Friedlaender 1929).

Durante l'eruzione del 1631 è stata completamente mutata anche la tradizionale immagine del vulcano essendo stata demolita la sommità del cono centrale del Vesuvio cosicchè questo è stato sovrastato dalla cinta del Somma mentre prima era l'opposto. Una serie di illustrazioni contemporanee rappresenta questo insolito aspetto. Come è noto dal 1631 al 1944 il Vesuvio è rimasto, in pratica, costantemente attivo; in tale intervallo di tempo il Gran Cono vesuviano ha ripreso gradatamente la sua posizione dominante.

Anche per lo speciale carattere dell'eruzione quella del 1631 rappresenta una svolta evidente. Mentre le eruzioni precedenti erano state di natura prevalentemente esplosiva le successive mostrarono un aumento nella produzione di lava. I due periodi, separati dall'eruzione del 1631, vengono generalmente distinti come « Vesuvio antico e medioevale » e « Vesuvio attuale ».

I prodotti del Vesuvio antico e medioevale sono conosciuti solo molto imperfettamente non essendo stato eseguito, fino ad ora, uno studio organico sull'argomento. Prodotti esplosivi di questo periodo

emergono sia lungo le incisioni del Somma che sulle falesie del litorale del Vesuvio interposti a piroclastiti del 79 d. C. a letto e a lave o probabili piroclastiti del 1631 a tetto (P. Di Girolamo 1968, 1970). Alcune formazioni del Vesuvio antico e medioevale sono state segnalate da H. J. Johnston-Lavis (1884) e ridescritte da A. Rittmann (1933) nel Canalone dell'Arena; esse tuttavia non sono databili. Queste ultime si trovano sul fianco NE del Somma tra la Punta del Nasone e i Cognoli di Ottaviano. A. Rittmann le ascrive alle eruzioni del 3° secolo fino a quelle del 7° o 10° secolo.

Lave del Vesuvio antico e medioevale affiorano verosimilmente anche nelle diverse incisioni, tuttavia fino a poco tempo fa mancava un metodo per una più precisa datazione. Recentemente comunque è stato osservato che nelle lave vesuviane  $Ra^{226}$  e  $U^{238}$  non si trovano in equilibrio (P. Vittozzi e P. Gasparini 1963, 1964, 1965; G. Luongo e A. Rapolla 1964; A. Rapolla e P. Vittozzi 1968) e che l'eccesso di  $Ra^{226}$  è proporzionale all'età dell'eruzione della lava; in tal modo è divenuta possibile una determinazione dell'età mediante la spettrometria  $\gamma$ .

Le lave del Vesuvio attuale sono nel loro complesso conosciute abbastanza bene. Si tratta di rocce ricche di leucite con augite diopsidica, plagioclasio calcico e talvolta alquanto olivina; per tali lave (leucititi tefritiche) è stato introdotto il termine speciale di « vesuviti » (A. Lacroix 1917). I vecchi lavori sulle lave vesuviane, come quelli di C. W. C. Fuchs (1866-1869) o S. Haughton e E. Hull (1876), hanno oggi valore soltanto storico.

Da illustri conoscitori del Vesuvio come p. es. H. S. Washington (1906, p. 165 e 1924 in F. A. Perret, p. 144) è stato affermato che le lave del Vesuvio non hanno cambiato le loro caratteristiche dal 1631; pure A. Lacroix (1907, p. 22) constatò una « remarquable analogie de composition chimique existant entre les laves de 1906, de 1631, de 1872 (?) et de 1903 ». In proposito è da notare che fino a poco tempo fa esisteva un'unica analisi dell'eruzione del 1631 (H. S. Washington 1906, p. 118) cosa che dovrebbe costituire una base appena sufficiente per un tale paragone.

Poichè le lave di una eruzione tanto notevole devono in ogni caso essere meglio conosciute C. Burri (C. Burri e P. Arévalo 1968) ha fatto analizzare due campioni di questa lava provenienti dalle collezioni della fondazione « Istituto Vulcanologico I. Friedlaender ». Insieme a tre campioni raccolti da P. Di Girolamo, a cui si aggiungono

due altri delle collezioni dell'Istituto Vulcanologico Friedlaender più un'analisi pubblicata da C. Savelli (1967), si hanno ora a disposizione, per caratterizzare le lave del 1631, nove analisi che costituiscono la base della seguente trattazione e che permettono, in base ai dati fino ad ora noti, una discussione abbastanza approfondita.

### Le lave dell'eruzione del 1631.

#### 1) LA DIFFUSIONE DELLE LAVE.

Come appare chiaro dai disegni contemporanei, riprodotti p. es. nel lavoro di G. B. Alfano e I. Friedlaender (1929), come anche dalla pregevole carta geologica annessa alla monografia di H. Le Hon (1865), che sembra ignorata dai predetti autori, le lave della grande eruzione del 1631 si diressero verso sud e sud-ovest, dopo aver superato la cinta del Somma qui solo debolmente pronunciata, e raggiunsero la costa del Golfo di Napoli in molte correnti di lava su un fronte lungo circa 10 chilometri tra Portici e Torre Annunziata (fig. 1).

Nella parte più alta dell'edificio vulcanico tali lave sono oggi largamente ricoperte dalle formazioni delle eruzioni più recenti e nella parte più bassa giacciono in gran parte sotto la recente superficie topografica e sotto la vegetazione piuttosto fitta in queste zone.

Verso la costa tuttavia vi sono lingue di lava bene evidenti cosicchè è possibile una raccolta di campioni. Questo è particolarmente facilitato dalla circostanza che una serie di affioramenti di lave è stata messa in luce già da tempo in seguito allo sfruttamento di numerose cave per materiali stradali (F. Penta e G. Del Vecchio 1936). Anche l'autostrada Napoli-Pompei offrì l'occasione a nuove incisioni, una circostanza di cui Friedlaender e i suoi collaboratori avevano potuto usufruire per le loro raccolte. Tra gli affioramenti di lava del 1631 oggi ancora in coltivazione, dai quali proviene la massima parte dei campioni descritti nel presente lavoro, sono particolarmente importanti quelli di La Scala tra Portici e Torre del Greco e quelli di Villa Inglese a ovest di Torre Annunziata. In entrambe le località grandi correnti di lava raggiungono le coste del golfo.

Nella fig. 1 è riportata la distribuzione delle lave del 1631 sui fianchi bassi e intermedi del Vesuvio secondo i dati di H. Le Hon

(1865), A. Scacchi (1882), H. J. Johnston-Lavis (1891), Fogli Isola d'Ischia-Napoli (II edizione, 1967) della Carta Geologica d'Italia.

La zona che nella letteratura è indicata col termine generale di La Scala comprende il territorio tra la strada Ercolano-Torre del Greco e la costa e tra la località La Favorita e la strada che conduce agli Scogli della Scala a NW di Torre del Greco. In quest'area si

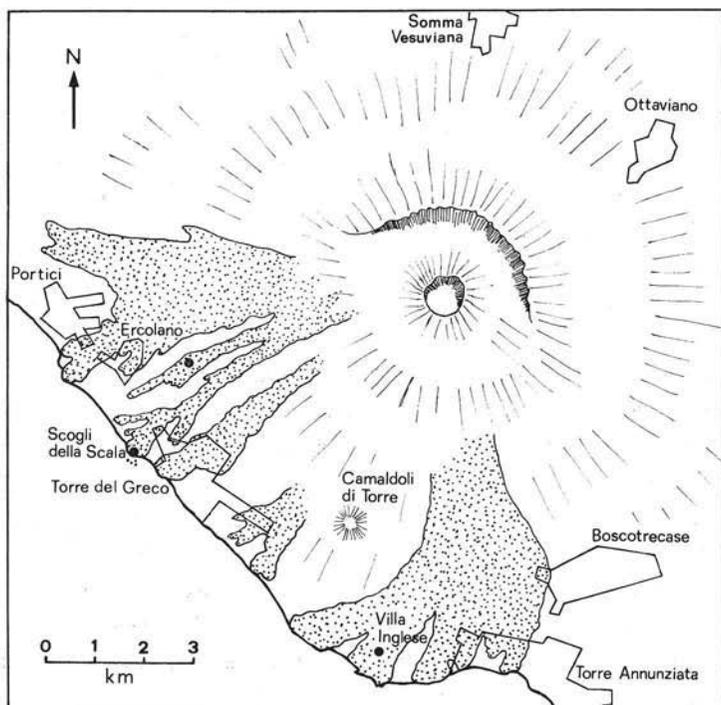


Fig. 1. — Distribuzione delle lave del 1631 sui fianchi del Vesuvio. I cerchi pieni indicano zone in cui sono stati prelevati campioni di lava.

trovavano, al principio del secolo, alcuni dei più importanti centri di estrazione di lava vesuviana. Da queste cave proveniva per lo più il materiale che servì a molti autori precedenti per le loro ricerche, tra gli altri H. S. Washington e A. Lacroix. Oggi questi fronti di cava sono in gran parte abbandonati, tuttavia essi sono ancora ben riconoscibili nella zona.

In località Scogli della Scala (figg.1-2) la lava del 1631 emerge lungo la costa su un tratto di circa 300 metri. Superficialmente è coperta da una formazione di breccia. Poco più a monte emerge una lava di cui non si può dire con sicurezza se appartiene a quelle del 1631 o è più recente; seguono verso l'alto materiali piroclastici e infine circa 1 metro di lapillo essenzialmente del 1906.

Le lave in evidenza agli Scogli della Scala sono la prosecuzione di un rilievo che si stende più verso monte seguendo il pendio del vulcano e che nella carta topografica al 25.000 (tav. « Vesuvio » F. 184 II NE) è segnato come « lava del 1631 ». I campioni studiati più oltre provengono direttamente dalla costa (fig. 2) dove il fronte della lava forma una scarpata di 5-8 metri e presenta una fessurazione grossolanamente prismatica. Questi campioni comprendono tanto le parti compatte che le porose; quelle compatte sono state prelevate nella parte alta della colata sotto il livello scoriaceo, quelle porose nelle zone intermedie della colata dove è più facile rinvenire neominerali autopneumatolitici.

La località indicata in letteratura col termine « Villa Inglese » si trova direttamente a W di Torre Annunziata (fig. 1) tra il litorale, o per meglio dire, tra la ferrovia che lo costeggia e la strada statale N. 18 (S.S. Tirreno Inferiore). Con le sue cave, numerose e ben attrezzate, è ormai da più di 100 anni il centro più importante per la produzione delle lave vesuviane per lavori stradali e, più in generale, uno dei più importanti centri di cave dell'Italia meridionale. I numerosi fronti di coltivazione della lava, che è impiegata soprattutto per pavimentazione stradale, sono disposti a gradinata in una zona che declina debolmente verso mare (fig. 3) e permettono di osservare 4 correnti di lava sovrapposte.

La lava superiore è ascritta all'eruzione del 1760, è potente circa 3-6 metri ed è ricoperta dal terreno agrario. Sotto questa lava segue una formazione, costituita da blocchi e lapillo in matrice cineritica, a tessitura massiccia, caotica e contenente legni carbonizzati; le strutture e i legni carbonizzati, le cui caratteristiche indicano una carbonizzazione *in situ*, suggeriscono che si tratta di un materiale frammentario messo in posto come flusso turbolento a temperatura mediamente elevata (superiore a quella di ebollizione dell'acqua per la presenza di legni carbonizzati *in situ* ma comunque non molto elevata data l'assenza di saldature). Potrebbe trattarsi di un deposito di nube ardente

ricadente; caratteri piuttosto simili presentano altre formazioni rinvenibili alla base del Vesuvio come quella molto nota del 79 d. C., che sommerse Ercolano, considerata comunque da vari autori come mud flow.

Sotto segue la lava del 1631, con una potenza di 4-8 metri, la cui datazione ha potuto essere accertata mediante determinazione d'età con spettrometria  $\gamma$  sulla base del disequilibrio tra  $Ra^{226}$  e  $U^{238}$  (G. Luongo e A. Rapolla 1964, A. Rapolla e P. Vittozzi 1968).

Dopo un orizzonte poco potente di piroclastico rimaneggiato segue una terza lava che può raggiungere una potenza di 10 metri e sotto, separata da un livello cineritico humificato, una quarta che ormai è in parte sotto il livello freatico e non viene coltivata. Questa lava inferiore è stata ascritta col metodo ricordato sopra all'eruzione del 1139 e anche studiata chimicamente (P. Di Girolamo 1969). Si tratta secondo quest'autore della prima lava del Vesuvio antico, identificata e studiata, oltre a quelle del Canale dell'Arena (H. J. Johnston-Lavis 1884, A. Rittmann 1933).

Per la terza lava, situata tra quelle del 1631 e 1139, si incontrano, riguardo alla sua datazione e collocazione nella serie delle eruzioni, alcune difficoltà. La determinazione dell'età assoluta con la spettrometria  $\gamma$  porta a un'eruzione dell'anno 1480. Tuttavia per tutto il XV secolo non è stata accertata nessuna eruzione del Vesuvio (G. B. Alfano 1924). Per lo meno sembra che il lungo periodo di quiete, che trovò la sua conclusione coll'eruzione del 1631, fosse già cominciato nel XIV secolo perchè Boccaccio descrive appunto nel 1353 il vulcano come completamente inattivo.

Delle eruzioni citate occasionalmente tra questa data e il 1631 (1430, 1440, 1568 o 1603) nessuna può ritenersi accertata (G. B. Alfano 1924). Inoltre si deve aggiungere che un'eruzione nell'anno 1480, in seguito alla quale le lave fossero scorse sopra un territorio costiero a W di Torre Annunziata già allora fittamente abitato e coltivato e fosse stato apportato danno anche a questa città, avrebbe dovuto lasciare qualche traccia in descrizioni storiche, in cronache contemporanee o per lo meno nelle tradizioni locali. Si pone quindi il problema, per ora insoluto, della datazione di questa lava.

Piroclastiti connesse con le fasi esplosive dell'eruzione del 1631 sono probabilmente presenti sulle pendici del Somma, su quelle del Vesuvio come anche sul litorale di quest'ultimo (P. Di Girolamo 1968,



Fig. 2. — Località Seogli della Scala (fig. 1); lava del 1631. Di questa lingua di lava, terminata in mare, è stato analizzato un campione compatto (camp. 1) ed uno poroso in facies autopneumatolitica (camp. 2). Dal camp. 1 è stato separato e analizzato il clinopirosseno.

Fig. 3. — Località Villa Inglese (fig. 1). In questa zona, che rappresenta il maggior centro estrattivo di lave dell'area del Somma-Vesuvio, le cave mettono in vista colate vesuviane costituite dalle lave del 1760 (A) e 1631 (C) con una formazione interposta (B) costituita da un probabile deposito di nube ardente; più in profondità emergono lave probabilmente del 1480 e 1139.



1970); su tali prodotti, da prendere certamente in considerazione per una migliore trattazione sull'eruzione, non si riferirà nel presente lavoro data la mancanza, fino ad ora, di dati precisi sulla loro età.

2) DESCRIZIONE DELLE LAVI (FACIES NORMALE) E CALCOLO DELLA NORMA EQUIVALENTE.

2a) *Chimismo delle lave e calcolo delle varianti della Norma Equivalente.*

Le lave studiate sono vesuviti normali. Le analisi chimiche oggi disponibili sono raccolte nella Tabella I. I campioni delle colonne 1-9 interessano le lave del 1631, il n. 10 quella del 1480 (?). Le analisi 1, 2, 5, 6, 9 e 10 erano finora inedite. La Tabella Ia contiene i Valori di Niggli e i Valori Q L M calcolati dopo aver detratto i piccoli valori del contenuto di Cl e SO<sub>3</sub>. I calcoli sono stati fatti da R. Schmid, in base al programma Fortran II dato da lui (R. Schmid 1965), con l'aiuto di un calcolatore.

Poichè tanto la località Villa Inglese come pure, a maggior ragione, la zona di Scogli della Scala si trovano nell'immediata prossimità della costa bisogna considerare la possibilità di una eventuale impregnazione di NaCl per acqua marina e per umidità atmosferica apportatrice di sale. Un saggio accertò che le lave raccolte nelle due località contenevano una certa quantità di cloruri solubili nell'acqua, quantità che è stata detratta col lavaggio. In particolare i risultati sono i seguenti:

analisi No.	1	2	6	10	
Cl totale	0.46	0.53	0.36	0.27	%
parte di Cl solubile in H <sub>2</sub> O	0.11	0.12	0.03	0.04	%
Cl legato ai silicati	0.35	0.41	0.33	0.23	%

E' evidente che i due campioni 1 e 2 di Scogli della Scala, situati nell'immediata prossimità del mare (fig. 2), mostrano un contenuto di Cl solubile in acqua 3-4 volte maggiore dei campioni 6 e 10 di Villa Inglese che si trovano più nell'entroterra (fig. 1) mentre i valori corretti per la parte legata ai silicati non mostrano che differenze molto piccole. E' notevole invece l'alto valore di Cl (0.62) di una lava di

TABELLA I. — *Composizione chimica di lave del Vesuvio del 1631 (camp. 1-9) e del 1480 (camp. 10).*

	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)
SiO <sub>2</sub>	47.7	47.7	47.71	49.0	47.55	47.5	47.5	49.5	49.5	48.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.7	17.3	17.61	16.6	18.3	17.0	18.6	17.5	19.7	15.1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.6	2.7	2.46	2.3	5.5	2.7	4.1	2.6	3.8	3.1
FeO	4.5	5.4	5.68	6.0	3.2	5.6	4.3	5.5	4.2	4.8
MnO	0.10	0.15	—	0.16	0.20	0.15	0.14	0.18	0.14	0.15
MgO	5.8	5.4	4.80	5.0	3.8	5.6	3.2	3.9	2.9	6.7
CaO	9.1	8.5	9.42	9.9	9.2	9.8	9.8	8.8	7.1	11.5
Na <sub>2</sub> O	2.9	3.3	2.75	2.3	2.7	2.5	2.7	2.5	3.8	2.2
K <sub>2</sub> O	7.3	7.5	7.64	6.7	7.3	7.1	7.6	7.3	7.8	5.9
TiO <sub>2</sub>	1.20	1.15	0.37	0.9	1.05	1.30	0.73	0.90	0.85	1.25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.85	0.85	0.77	0.8	0.80	0.85	0.6	0.80	0.45	0.80
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0.2	0.1	tr	0.2	0.3	0.1	0.51	0.2	0.2	0.1
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	—	—	—	—	—	—	0.11	—	—	—
BaO	—	—	0.26	—	—	—	0.27	—	—	—
SrO	—	—	0.00	—	—	—	0.11	—	—	—
Cl	0.35	0.41	—	0.29	0.42	0.33	0.62	0.30	0.41	0.23
SO <sub>2</sub>	0.05	0.06	—	0.05	0.16	0.05	—	0.06	0.10	0.03
F	—	—	—	—	—	—	0.17	—	—	—
ZrO <sub>2</sub>	—	—	0.06	—	—	—	—	—	—	—
	100.35	100.52	99.53	100.20	100.48	100.58	101.06	100.04	100.95	99.86
—O per Cl + SO <sub>2</sub>	0.11	0.12		0.07	0.13	0.08	0.21	0.10	0.13	0.06
	100.24	100.40		100.13	100.35	100.50	100.85	99.94	100.82	99.80

- 1) Vesuvite, lava 1631, Seogli della Scala, varietà compatta. Campionata da P. Di Girolamo. Anal. P. Thommen.
- 2) Idem, varietà porosa. Camp. P. Di Girolamo. Anal. P. Thommen.
- 3) Vesuvite, lava 1631, La Scala. H. S. Washington (1906), pag. 118. Anal. Autore.
- 4) Vesuvite, lava 1631, Villa Inglese (collezione dell'Ist. Vulc. I. Friedlaender). C. Burri e P. Arévalo (1968), pag. 60. Anal. P. Arévalo.
- 5) Vesuvite, lava 1631, Villa Inglese (coll. Ist. Vulc. I. Friedlaender, altro campione). Anal. P. Thommen.
- 6) Vesuvite, lava 1631, Villa Inglese. Camp. P. Di Girolamo. Anal. P. Thommen.
- 7) Vesuvite, lava 1631, Villa Inglese. C. Savelli (1967), pag. 337. Anal. Autore.
- 8) Vesuvite, lava 1631, S. Gennariello?, Boscotrecase (coll. Ist. Vulc. I. Friedlaender). C. Burri e P. Arévalo (1968), pag. 60. Anal. P. Arévalo.
- 9) Vesuvite, lava 1631, Cupa dei Monti (camp. Ist. Vulc. I. Friedlaender). Anal. P. Thommen.
- 10) Vesuvite, lava 1480?, Villa Inglese. Camp. P. Di Girolamo. Anal. P. Thommen.

Villa Inglese (C. Savelli 1967) dove è da notarsi che anche la somma dell'analisi è alquanto alta.

Le nuove analisi di P. Thommen sono state eseguite con il metodo rapido di M. Weibel (1961, 1962); i valori di Cl e SO<sub>3</sub> relativi alle analisi 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10 sono stati determinati da P. Di Girolamo.

Le analisi 1-8 in complesso differiscono piuttosto poco tra loro, cosa che si evidenzia anche nella proiezione triangolare della fig. 4.

TABELLA Ia. — Valori di Niggli e altri parametri dei campioni di lave di tab. I.

	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)
si	112.9	113.5	114.1	118.1	117.2	111.3	117.0	125.8	127.9	110.1
al	23.2	24.3	24.8	23.7	26.6	23.5	27.0	26.2	30.0	20.4
fm	36.0	35.0	32.9	34.8	31.2	35.6	28.5	31.8	28.0	37.8
c	23.1	21.7	24.1	25.7	24.3	24.6	26.0	24.0	19.6	28.3
alk	17.7	19.0	18.2	15.8	17.9	16.3	18.5	18.0	22.4	13.5
k	0.62	0.60	0.65	0.66	0.64	0.65	0.65	0.66	0.57	0.64
mg	0.57	0.55	0.52	0.52	0.45	0.55	0.41	0.46	0.40	0.61
ti	2.14	2.06	0.67	1.64	1.95	2.29	1.35	1.72	1.65	2.16
p	0.85	0.86	0.78	0.82	0.83	0.84	0.63	0.86	0.49	0.78
Si°	0.671	0.654	0.669	0.735	0.693	0.684	0.680	0.743	0.680	0.726
Q	20.2	19.6	20.7	23.8	23.1	21.0	21.8	24.6	22.6	22.1
L	47.7	49.8	49.7	45.3	49.8	46.8	51.5	48.5	55.6	41.1
M	32.1	30.6	29.6	30.9	27.1	32.2	26.7	26.9	21.8	36.8

L'analisi 9 tuttavia si differenzia chiaramente a causa del più alto alk combinato con un più basso k; tali valori, assieme al contenuto mediamente alto di Cl e SO<sub>3</sub>, possono far concludere per un apporto di Na pneumatolitico. Tale campione rispetto agli altri risulta anche impoverito in pirosseno, per tali ragioni la sua posizione nel triangolo Q L M (fig. 4) si trova fuori il campo delle analisi rimanenti spostata verso destra. Noi non possiamo prendere sicuramente in considerazione questa analisi a causa dell'età non del tutto chiarita come pure l'ana-

lisi 10 che comunque è anteriore al 1631. Analogamente non può essere presa in considerazione l'analisi 7 (C. Savelli 1967) a causa del suo alto contenuto di Cl che non si sa se sia legato esclusivamente ai silicati o se una parte di questo è dovuta a impregnazione di NaCl marino.

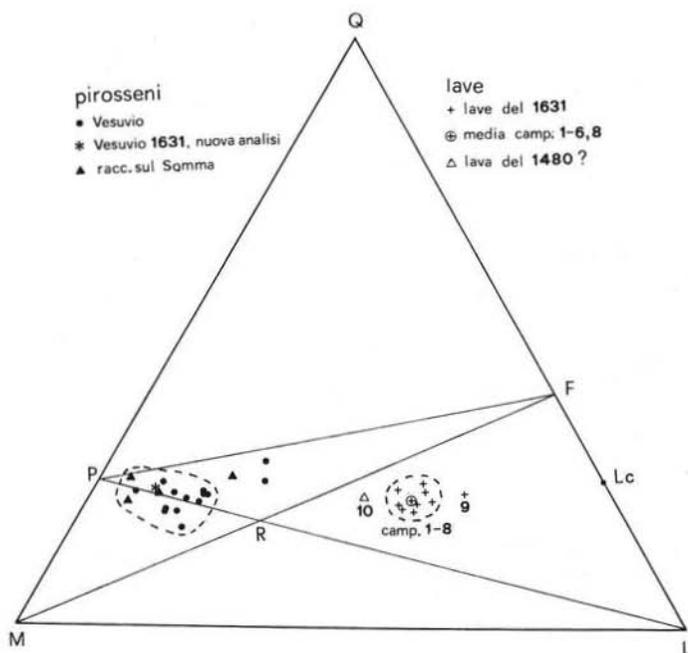


Fig. 4. — Proiezione nel triangolo Q L M di lave dell'eruzione vesuviana del 1631 (Tab. I) e di pirosseni da vulcaniti del Vesuvio e da blocchi raccolti sul Somma.

Per le analisi da 1 a 6 e 8 si hanno i seguenti valori medi:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	Cl	SO <sub>3</sub>	Somma
47.9	17.3	3.1	5.1	0.1	4.9	9.2	2.7	7.2	1.0	0.8	0.2	0.4	0.1	100.0

che saranno presi come base delle ulteriori discussioni. Per il calcolo delle medie nel caso di determinazioni in parte mancanti, p. es. per Cl, SO<sub>3</sub>, MnO, la media è stata fatta sulle determinazioni eseguite.

Come Valori di Niggli della media si ha:

si	al	fm	c	alk	k	mg	ti	p	Magma
116.6	24.7	33.8	23.9	17.6	0.64	0.53	1.89	0.87	Sommaitico

Come base si trova:

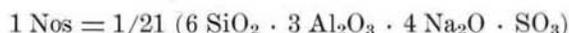
Q	Kp	Ne	Cal	Cs	Fs	Fa	Fo	Ru	Cp	Hl	Th	Somma
21.8	25.8	13.3	8.6	7.8	3.1	6.4	10.1	0.7	1.6	0.6	0.2	100.0

Trascurando il contenuto di Cl e SO<sub>3</sub> si calcola Q = 22.0, L = 48.0, M = 30.0.

Si calcola ora (C. Burri 1964) la variante leucitica della norma standard, in essa si considera anche la presenza di sodalite e noseanite ottenute secondo le espressioni: 9 Ne + 1 Hl = 10 Sod e 6 Ne + 1 Th = 7 Nos; in complesso la norma è:

Le	Ne	Sod	Nos	Ab	An	Di	Ol	Mt	Ru	Cp	Somma
34.4	0.9	6.0	1.4	9.6	14.3	20.8	7.2	3.1	0.7	1.6	100.0
				$\underbrace{\hspace{2cm}}$ 23.9 (59.8% An)							

Nella variante calcolata è stato considerato che SO<sub>3</sub> era legato tutto a noseanite; in tal modo dalla quantità presente di SO<sub>3</sub> si è calcolata la quantità equivalente di noseanite partendo dalla thenardite: 1 Th = 1/3 (Na<sub>2</sub>O · SO<sub>3</sub>). La noseanite è:



2a<sub>1</sub>. Procedimento per la variante häüynica.

Un'altra possibilità permette invece di formare dall'anidrite 1 A = 1/2(CaO · SO<sub>3</sub>) häüyna cioè:



Per quanto nel caso precedente questa alternativa, a causa del piccolo tenore di SO<sub>3</sub>, sia senza grande importanza, si mostrerà brevemente come si possa passare, coll'aiuto della Norma Equivalente di Niggli, direttamente dalla variante con noseanite a quella con häüyna senza che si debba ripetere l'intero calcolo con la formazione primaria nella base di anidrite al posto di thenardite.

Si imposta l'espressione :

$$(1) \quad 6 \text{ SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO} \cdot \text{SO}_3 = \\ = 2 \text{ SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SO}_3 + 4 \text{ SiO}_2 \\ 10 \text{ Ab} \quad + 2 \text{ A} \quad = \quad 5 \text{ An} \quad + 3 \text{ Th} \quad + 4 \text{ Q}$$

Poichè d'altra parte è  $9 \text{ Ne} + 2 \text{ A} = 11 \text{ Hau}$  e rispettivamente  $18 \text{ Ne} + 3 \text{ Th} = 21 \text{ Nos}$ , sostituendo nella (1)  $2 \text{ A} = 11 \text{ Hau} - 9 \text{ Ne}$  e rispettivamente  $3 \text{ Th} = 21 \text{ Nos} - 18 \text{ Ne}$ , ordinando si ottiene:

$$(2) \quad 21 \text{ Nos} + 5 \text{ An} + 4 \text{ Q} = 10 \text{ Ab} + 9 \text{ Ne} + 11 \text{ Hau}$$

Poichè nelle rocce a feldspatoidi non vi può essere Q libero lo si elimina, cioè alla (2) si sottrae la (3):

$$(3) \quad 10 \text{ Ab} = 6 \text{ Ne} + 4 \text{ Q}$$

e si ottiene di qui la relazione cercata:

$$(4) \quad 21 \text{ Nos} + 5 \text{ An} = 11 \text{ Hau} + 15 \text{ Ne}$$

Da  $1.4 \text{ Nos} + 0.3 \text{ An} = 0.7 \text{ Hau} + 1.0 \text{ Ne}$  si ottiene come variante a sodalite-haüyna:

Le	Ne	Sod	Hau	Ab	An	Di	Ol	Mt	Ru	Cp	Somma
34.4	1.9	6.0	0.7	9.6	14.0	20.8	7.2	3.1	0.7	1.6	100.0
				23.6(59.3% An)							

Poichè in base alla (4) per la formazione di haüyna si consuma anortite la quantità di plagioclasio diminuisce e la sua composizione diviene più sodica.

2a<sub>2</sub>. Procedimento per la variante biotitica.

Anche il piccolo contenuto di biotite della maggior parte delle lave vesuviane può facilmente essere introdotto nel calcolo normativo.

Si parte dalla relazione:

$$(1) \quad 6 \text{ Kp} + 1 \text{ Q} + 9 (\text{Fo} + \text{Fa}) (+ 2 \text{ W}) = 16 \text{ Bi}$$

si considera che, secondo il procedimento per le rocce in oggetto, il totale tenore di K va nella leucite cioè:

$$(2) \quad 4 \text{ Lc} = 3 \text{ Kp} + 1 \text{ Q}$$

si aggiunge 1 Q a destra e sinistra dell'equazione (1), si sostituisce alla (1) la (2) raddoppiata ottenendo:

$$(3) \quad 8 \text{ Lc} + 9 (\text{Fo} + \text{Fa}) (+ 2 \text{ W}) = 16 \text{ Bi} + 1 \text{ Q}$$

Non essendo compatibile quarzo con leucite la quantità di Q che si libera viene impiegata per silicizzare Ne cioè:

$$(4) \quad 3 \text{ Ne} + 2 \text{ Q} = 5 \text{ Ab}$$

Mediante addizione dell'equazione (4) alla (3) raddoppiata si ottiene l'equazione desiderata per la formazione di biotite e albite da leucite, olivina e nefelina:

$$(5) \quad 16 \text{ Lc} + 18 (\text{Fo} + \text{Fa}) + 3 \text{ Ne} (+ 4 \text{ W}) = 32 \text{ Bi} + 5 \text{ Ab}$$

Considerando 3% di biotite si ha in base alla (5):

$$1.5 \text{ Lc} + 1.7 (\text{Fo} + \text{Fa}) + 0.3 \text{ Ne} = 3.0 \text{ Bi} + 0.5 \text{ Ab}$$

e finalmente come variante a sodalite-noseanite-biotite si ottiene:

Lc	Ne	Sod	Nos	Ab	An	Di	Bi	Ol	Mt	Ru	Cp	Somma
32.9	0.6	6.0	1.4	10.1	14.3	20.8	3.0	5.5	3.1	0.7	1.6	100.0
				24.4(58.6% An)								

### 2a<sub>3</sub>. Procedimento per un'eventuale leucite sodifera.

Le vecchie analisi di leucite sono in generale attendibili nella determinazione degli alcali. Per la leucite del Vesuvio le analisi mostrano una sostituzione di Na<sub>2</sub>O al posto di K<sub>2</sub>O fino a un massimo di circa 8-10% (F. Zambonini 1935).

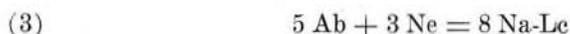
Per la formazione di leucite sodica, poichè si ha 1 Na-Lc = 1/8 (4 SiO<sub>2</sub> · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · Na<sub>2</sub>O), si deve avere desilicizzazione dell'albite cioè:

$$(1) \quad 10 \text{ Ab} = 8 \text{ Na-Lc} + 2 \text{ Q}$$

Con la quantità di Q liberata viene silicizzata la nefelina secondo l'equazione:



mentre con l'addizione di (1) a (2) si ottiene:



In seguito a questa operazione il contenuto di Ne diminuisce e il contenuto relativo di An del plagioclasio aumenta a causa del consumo di Ab.

Se nel presente caso facciamo scomparire tutta la nefelina secondo il calcolo impostato con la (3):  $1.0 \text{ Ab} + 0.6 \text{ Ne} = 1.6 \text{ Na-Lc}$  abbiamo una leucite sodifera (Lc\*) al 4.6% di leucite sodica ottenendo la corrispondente variante della norma:

Lc	Na-Lc	Sod	Nos	Ab	An	Di	Bi	Ol	Mt	Ru	Cp	Somma
32.9	1.6	6.0	1.4	9.1	14.3	20.8	3.0	5.5	3.1	0.7	1.6	100.0
34.5 Lc*		23.4 (61.1% An)										

## 2b) Il pirosseno e il calcolo delle varianti della norma in base al modo.

Nessuna delle varianti della norma fin qui calcolate corrisponde al modo anche se sussiste un'inegabile somiglianza. Ad esempio il rapporto, importante per la classificazione, plag./foidi varia per le diverse varianti fino ad ora calcolate; si hanno valori normativi di 35-37% di plagioclasio e 65-63% di foidi che tanto nella classificazione mineralogica quantitativa di Niggli-Rittmann (A. Rittmann 1933) che in quella di A. L. Streckeisen (1967) fanno cadere queste rocce quasi al margine del campo delle foiditi del tipo vesuviti. Inoltre si calcola una quantità di pirosseno e leucite più bassa e di plagioclasio più alta di quella modale.

La causa di queste differenze fra norma e modo sta soprattutto nella circostanza che al posto del pirosseno esistente, contenente sesquiossidi, si impiega per i calcoli normativi il diopside puro. Per tale ragione è necessario conoscere meglio il pirosseno delle vesuviti considerato che esso può costituire fino a 1/3 di queste rocce.

Tra i prodotti del Somma-Vesuvio disponiamo di una serie di moderne analisi di pirosseni del Vesuvio oltre ad alcune del Somma.

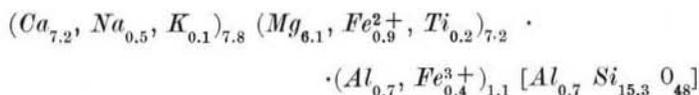
Le analisi qui considerate si devono ai seguenti autori: H. S. Washington e H. E. Merwin (1921), E. Narici (1933), M. Alfani (1934), G. Carobbi e M. Alfani (1935), R. Sinno (1952), A. Scherillo (1953) e C. Savelli (1967).

Le analisi non mostrano grandi variazioni e cadono nel triangolo Q L M (fig. 4) in uno spazio relativamente limitato con la sola eccezione di 3 analisi del Savelli (camp. VP<sub>1</sub>, VP<sub>3</sub>, VP<sub>5</sub>) che (a differenza di tre altre dello stesso autore) si distinguono nettamente essenzialmente per l'alto valore di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e un più basso rapporto CaO/MgO. Poichè non si possono ricondurre alla formula generale dei pirosseni perchè vi sono presenti troppo pochi cationi in rapporto all'ossigeno si può ritenere che il materiale analizzato probabilmente non è stato abbastanza purificato. Questa supposizione è avvalorata dal fatto che i punti di proiezione corrispondenti nel triangolo Q L M cadono presso la linea di unione pirosseni-feldspati, più precisamente nel triangolo che individua una paragenesi normativa: pirosseni-feldspati-leucite (P-F-Lc) cosicchè si deve supporre un inquinamento del materiale dell'analisi con plagioclasio-leucite e eventualmente anche con magnetite.

Ai fini di una conoscenza migliore delle lave del 1631, in considerazione delle variazioni sempre esistenti fra i pirosseni, è stato separato e analizzato da P. Di Girolamo il pirosseno della varietà compatta di lava degli Scogli della Scala (tab. I, an. 1) con i seguenti risultati:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	BaO	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Somma
51.38	4.14	1.58	3.64	0.10	13.82	22.64	0.80	0.39	0.70	0.03	tr.	0.44	0.29	99.95

L'analisi si può calcolare nel modo seguente sulla base di 48 atomi di ossigeno:



Nella formula si contrappongono 33.1 valenze positive e 32.7 negative.

Si tratta quindi di un'augite diopsidica con debole tenore di Al e Ti che si accorda bene con i dati finora conosciuti sul pirosseno, tanto

del Vesuvio che del Somma. Questa si dispone bene nell'area dei pirosseni del triangolo Q L M (fig. 4).

E' da notare che sia l'augite diopsidica in oggetto che gli altri clinopirosseni del Somma-Vesuvio, classificati dai vari autori come augiti o augiti diopsidiche, hanno mediamente una maggiore quantità di  $Al_2O_3$  e un più alto rapporto  $CaO/MgO$  rispetto alle augiti comuni. Se nonostante questi caratteri tali pirosseni vengono considerati, in prima approssimazione, come costituiti dai quattro componenti  $Ca Mg Si_2 O_6 - Ca Fe Si_2 O_6 - Mg Si O_3 - Fe Si O_3$  (A. Poldervaart e H. H. Hess 1951)

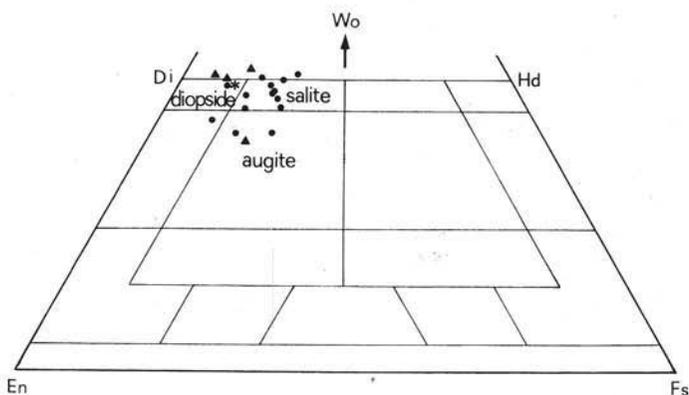


Fig. 5. -- Proiezione dei pirosseni del Somma-Vesuvio di fig. 4 nel sistema Di - Hd - En - Fs in base ai rapporti degli atomi Ca, Mg,  $\Sigma$  Fe. Cerchi pieni: pirosseni da vulcaniti del Vesuvio, triangoli: da blocchi raccolti sul Somma; l'asterisco indica il pirosseno della lava del 1631 di Scogli della Scala (camp. 1).

e proiettati nel relativo sistema (fig. 5) si classificano in buona parte come saliti, subordinatamente come diopsidi (fra cui il clinopirosseno del 1631) e augiti (VP<sub>1</sub>, VP<sub>3</sub>, VP<sub>5</sub> del Savelli). La proiezione è stata fatta in base al rapporto degli atomi Ca, Mg,  $\Sigma$ Fe ( $\Sigma$ Fe =  $Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn$ ).

L'esame dei pirosseni riportati non permette una caratterizzazione precisa relativa alle sole lave del Somma-Vesuvio ma dà comunque un'indicazione generale dei vari tipi di clinopirosseni di questo vulcano derivati da processi genetici diversi; infatti vi sono compresi pi-

rosseni isolati da lave, pirossenoliti e pirosseni emessi nel corso di episodi esplosivi di soli cristalli (considerati dai diversi autori, vedi in A. Cundari e R. W. Le Maitre 1970, come accumuliti derivate da frazionamento dal magma a bassa pressione, prodotti di cristallizzazione ad alta pressione ecc.), pirosseni pneumatolitici, di contatto in proietti carbonatici. I pirosseni con  $Ca \geq 50$ , fra quelli presi in considerazione, sono di origine pneumatolitica, di contatto in rocce carbonatiche e di alcune pirossenoliti. E' infine da osservare che non è possibile un paragone fra pirosseni del Vesuvio e del Somma dato che i campioni di quest'ultimo sono proietti dei quali si conosce la giacitura (pendici del Somma) ma non il vulcano che le ha emesse.

I dati riportati in figg. 4 e 5 sono i seguenti:

	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)	11)
Q	23.6	22.9	19.5	19.3	22.5	16.5	22.3	21.3	24.5	19.8	24.9
L	9.6	16.6	14.2	12.8	12.6	18.7	17.8	16.8	10.0	12.6	24.9
M	66.8	60.5	66.3	67.9	64.9	64.8	59.9	61.9	65.5	67.6	50.2
Ca	49.4	50.4	49.3	45.3	50.8	48.3	50.0	47.6	49.0	45.5	41.2
Mg	41.9	37.6	36.4	42.4	31.7	36.4	34.2	41.1	43.2	36.7	40.4
$\Sigma Fe$	8.7	12.0	14.3	12.3	17.5	15.3	15.8	11.3	7.8	17.8	18.4

	12)	13)	14)	15)	16)	17)	18)	19)
Q	23.2	28.1	21.9	22.3	24.9	25.4	21.1	22.2
L	6.6	23.4	14.7	16.8	4.7	19.8	6.5	10.2
M	70.2	48.5	63.4	60.9	70.4	54.8	72.4	67.6
Ca	43.4	41.0	47.5	46.6	50.0	39.5	51.0	52.0
Mg	48.3	45.7	37.3	37.1	43.0	45.4	44.0	38.2
$\Sigma Fe$	8.3	13.3	15.2	16.3	7.0	15.1	5.0	9.8

- 1) Pirosseno, Vesuvio, in lava 1631, Scogli della Scala. Anal. P. Di Girolamo (nuova analisi).
- 2) Pirosseno, Vesuvio, pneumatolitico in lapillo aprile 1872. R. Sinno (1952), pag. 78. Anal. Autore.
- 3) Pirosseno, Vesuvio, in lava 1882. R. Sinno, loc. cit. Anal. Autore.
- 4) Pirosseno, Vesuvio, nel cratere, 1914. H. S. Washington e H. E. Merwin (1921). Anal. H. S. Washington.
- 5) Pirosseno, Vesuvio, pneumatolitico nel cratere, 1929. M. Alfani (1934), pag. 89. Anal. Autore.
- 6) Pirosseno, Vesuvio, cristalli sciolti 1929. R. Sinno, loc. cit. Anal. Autore.
- 7) Pirosseno, Vesuvio, cristalli sciolti 1944, Orti Avagliana presso Nocera. A. Scherillo (1953), pag. 138. Anal. Autore.
- 8) Pirossenolite, Vesuvio, 1944, Boscotrecase. A. Scherillo, loc. cit. Anal. Autore.

- 9) Pirosseno, Vesuvio, cristalli sciolti 1944, Boscotrecase. A. Scherillo, loc. cit. Anal. Autore.
- 10) Pirosseno, Vesuvio, in lava 1929. E. Narici (1933), pag. 98. Anal. Autore.
- 11) Pirosseno, Vesuvio, in scorie. C. Savelli (1967), pag. 340, an. VP<sub>1</sub>. Anal. Autore.
- 12) Pirosseno, Vesuvio, grossi cristalli sciolti. C. Savelli, loc. cit., an. VP<sub>2</sub>. Anal. Autore.
- 13) Pirosseno, Vesuvio, in pirossenolite. C. Savelli, loc. cit., an. VP<sub>3</sub>. Anal. Autore.
- 14) Pirosseno, Vesuvio, in plutonite a augite e plagioclasio. C. Savelli, loc. cit., an. VP<sub>4</sub>. Anal. Autore.
- 15) Pirosseno, Vesuvio, in lava, strada Torre Annunziata-Boscotrecase. C. Savelli, loc. cit., an. VP<sub>6</sub>. Anal. Autore.
- 16) Pirosseno, in blocco calc. metam., sul Somma. G. Carobbi e M. Alfani (1935), pag. 45. Anal. G. Carobbi.
- 17) Pirosseno, in blocco fon. tefr. in tufo, canalone di Pollena, Somma. C. Savelli, loc. cit., an. VP<sub>5</sub>. Anal. Autore.
- 18) Pirosseno, aggregato in blocco, sul Somma. R. Sinno, loc. cit., an. I. Anal. Autore.
- 19) Pirosseno, grossi cristalli, in pirossenolite ?, sul Somma. R. Sinno, loc. cit., an. II. Anal. Autore.

Riguardo il pirosseno analizzato si nota che a causa del suo tenore di Al si ha una certa quantità potenziale di feldspati e feldspatoidi che si può individuare mediante il calcolo della norma standard.

Come base si ottiene:

Q	Kp	Ne	Cal	Cs	Fs	Fa	Fo	Ru	Somma
23.6	1.3	4.4	3.9	31.7	1.7	4.3	28.6	0.5	100.0

mentre per la variante a leucite della norma standard si ha:

	Le	Ne	Ab	An	Di	Ol	Mt	Ru	Somma
100 pir* =	1.7	4.1	0.5	6.5	84.6	0.4	1.7	0.5	100.0
	5.8 foidi		7.0 (93% An)						

Nella norma di questo pirosseno si calcola quindi 12.8% tra foidi e plagioclasio calcico che ha una notevole importanza nel calcolo della norma della roccia. Partendo dalla base dei campioni n. 1-6 e 8 di Tab. I prima riportata, la quantità di pirosseno deve essere calcolata

in modo che non rimanga Cs; ciò avviene col 24.6% di pirosseno (pir\*). Il calcolo si imposta come segue:

	Base	100 pir*	24.6 pir*	resto	
Q	21.8	23.6	5.8	16.0	
Kp	25.8	1.3	0.3	25.5	
Ne	13.3	4.4	1.1	12.2	calcolo del resto:
Cal	8.6	3.9	1.0	7.6	25.5 Kp + 8.5 Q = 34.0 Le
Cs	7.8	31.7	7.8	—	7.6 Cal + 5.1 Q = 12.7 An
Fs	3.1	1.7	0.4	2.7	2.7 Fs + 1.3 Fa = 2.7 Mt + 1.3 Q
Fa	6.4	4.3	1.1	5.3	1.2 Ne + 0.2 Th = 1.4 Nos
Fo	10.1	28.6	7.0	3.1	5.4 Ne + 0.6 Hl = 6.0 Sod
Ru	0.7	0.5	0.1	0.6	5.5 Ne + 3.7 Q = 9.2 Ab
Cp	1.6	—	—	1.6	Ne rimanente: 0.1
Hl	0.6	—	—	0.6	
Th	0.2	—	—	0.2	
	100.0	100.0	24.6	75.4	

La variante leucitica della norma adattata al modo risulta:

Le	Ne	Sod	Nos	Ab	An	pir*	Ol	Mt	Ru	Cp	Somma
34.0	0.1	6.0	1.4	9.2	12.7	24.6	7.1	2.7	0.6	1.6	100.0
$\underbrace{\hspace{10em}}$ 21.9 (58.0% An)											

*Considerazioni sull'introduzione della biotite.*

Anche qui può considerarsi il contenuto di biotite secondo l'equazione derivata in precedenza:

$$16 \text{ Lc} + 18 (\text{Fo} + \text{Fa}) + 3 \text{ Ne} (+ 4 \text{ W}) = 32 \text{ Bi} + 5 \text{ Ab}.$$

Se si considera, in base alle indicazioni medie del modo (Tab. II), un contenuto di Bi dell'1% si ottiene da  $0.5 \text{ Lc} + 0.6 \text{ Ol} + 0.1 \text{ Ne} = 1.0 \text{ Bi} + 0.2 \text{ Ab}$  come nuova variante con biotite:

Le	Sod	Nos	Ab	An	pir*	Bi	Ol	Mt	Ru	Cp	Somma
33.5	6.0	1.4	9.4	12.7	24.6	1.0	6.5	2.7	0.6	1.6	100.0
$\underbrace{\hspace{10em}}$ 22.1 (57.5% An)											

*Considerazioni sul contenuto di Na della leucite.*

Se si cerca di far entrare nel calcolo il contenuto di Na della leucite si urta nella difficoltà che non c'è Ne (o, più generalmente, potrebbe non essercene abbastanza) per assorbire Q che si libera con la formazione di leucite sodica ( $5 \text{ Ab} = 4 \text{ Na-Lc} + 1 \text{ Q}$ ). Si pone quindi il problema della collocazione dell'eccesso di Q dato che non è possibile silicizzare sodalite e noseanite. In proposito ci sono le seguenti possibilità:

a) L'eccesso di Q viene impiegato per la silicizzazione di una quantità equivalente di Lc in Or. Il sanidino è generalmente presente nelle vesuviti sia come costituente originario che come neoformazione pneumatolitica nelle bolle delle lave.

b) Eccezionalmente nelle vesuviti si trova pure ortopirosseno. In tal caso una quantità equivalente di olivina viene silicizzata a ortopirosseno.

c) Si può supporre che il contenuto di Cl sia stato determinato troppo alto; in questo caso il tenore di Sod nel calcolo della norma è stato troppo alto. Con la diminuzione di Cl si rende libera Ne che può essere silicizzata ad Ab. Con la formazione di Ab si libera anche una piccola parte di Wo accessorio che entra nel pirosseno.

Se si prende per la leucite un contenuto arbitrario di 7.5% di leucite sodica, che corrisponde a 2.7 di leucite sodica su 33.5 di leucite già determinata, in base a:



cioè

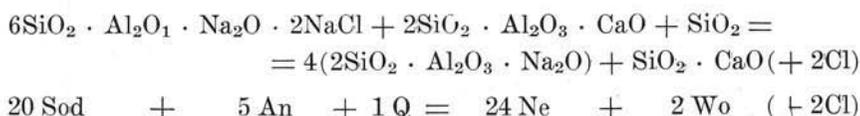


si libera 0.7 Q. In relazione a questa piccola quantità di Q si può senz'altro presumere la formazione di sanidino (caso a) secondo l'equazione:



? Come caso alternativo si deve considerare, al posto della formazione di Or, la diminuzione di Sod secondo il caso c.

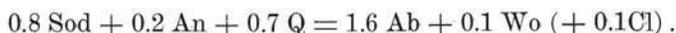
Si parte dalla relazione:



In seguito ad aggiunta da ambedue le parti di 16 Q si ricava:



e riducendo a 0.7 Q si ricava:



Si vede con ciò che la diminuzione di 0.8 Sod con conseguente diminuzione del contenuto di Cl di circa 0.08 (arrotondato a 0.1) basta per fissare 0.7 Q. Lo 0.08 Wo (arrotondato a 0.1) che ne deriva può senz'altro entrare nel pirosseno.

La variante della norma con leucite sodifera (Lc\*) risulta:

Lc	Na-Lc	Sod	Nos	Ab	An	pir*	Bi	Ol	Mt	Ru	Cp	Somma
33.5	2.7	5.2	1.4	7.6	12.5	24.7	1.0	6.5	2.7	0.6	1.6	100.0
36.2 Lc*				20.1 (62.2% An)								

Tale variante, come si vedrà, è quella che si avvicina di più al modo.

2c) *Confronto della Norma Equivalente col modo, composizione modale, probabile differenziazione delle lave.*

Da P. Di Girolamo è stato calcolato il modo delle lave del 1631 per i campioni analizzati di Scogli della Scala (Tab. I, an. 1 e 2) e per quello di Villa Inglese (an. 6). I risultati sono riportati nella Tabella II assieme ad altre determinazioni del modo di lave del 1631 e di eruzioni più recenti.

Nella Tabella IIa è riportata la media della composizione modale delle lave del 1631 di Tabella II; tale media è confrontata con la composizione normativa calcolata secondo i procedimenti prima riportati. La corrispondenza fra modo (Tab. IIa, colonna 1) e norma con mine-

rali standard (colonna 2) è soddisfacente; tale corrispondenza diventa migliore col calcolo della norma in base all'augite modale (colonna 3) ed è degno di nota che l'introduzione della leucite sodifera nella norma

TABELLA II. — *Composizione modale di lave del Vesuvio.*

	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)
Leucite	39.0	38.5	37.0	41	29	35.5	40	41
Plagioclasio	18.0	17.5	20.0	14	16.5	19	18	18
Sanidino	—	—	—	—	—	—	—	1
Nefelina	—	—	—	} 4	—	—	} 2	} 2
Sodalite	3.5	5.5	2.5		2.5	4		
Augite	27.5	25.5	24.0	35	33	34	34	33
Olivina	5.0	7.5	6.0	3	4	0.5	3	2
Biotite	0.5	—	2.5	—	6	2	—	0.5
Minerali opachi	4.5	4.0	6.0	1	8.5	4.5	2	2
Apatite	2.0	1.5	2.0	2	0.5	0.5	1	0.5
% foidi	70.2	71.5	66.4	76.2	65.6	67.5	70.0	69.5
% plagioclasio	29.8	28.5	33.6	23.8	34.4	32.5	30.0	30.5
Indice di colore	39.5	38.5	40.5	41.0	52.0	41.5	40.0	38.0

- 1) Vesuvite 1631, Scogli della Scala, an. 1 di tab. I; calcolo del modo: P. Di Girolamo.
- 2) Vesuvite 1631, Scogli della Scala, an. 2 di tab. I; calcolo del modo: P. Di Girolamo.
- 3) Vesuvite 1631, Villa Inglese, an. 6 di tab. I; calcolo del modo: P. Di Girolamo.
- 4) Vesuvite 1631, La Scala, A. Rittmann (1933), pag. 30.
- 5) Vesuvite 1631, Villa Inglese. F. Penta e G. Del Vecchio (1936), pag. 80.
- 6) Vesuvite 1760, Villa Inglese. F. Penta e G. Del Vecchio (1936), pag. 77.
- 7) Vesuvite 1858, sotto Osservatorio Vesuviano. A. Rittmann loc. cit.
- 8) Vesuvite 1906, Torre Annunziata. A. Rittmann loc. cit.

(colonna 4) dà un ulteriore miglioramento nella concordanza con la composizione modale.

Il calcolo dell'augite al posto di Di e della leucite sodifera al posto di Le portano essenzialmente ad una maggiore quantità del cli-

nopirosseno e della leucite; di conseguenza il plagioclasio totale diminuisce ed aumenta il suo contenuto in anortite.

In seguito al procedimento di calcolo normativo illustrato è da ritenere che la composizione normativa del plagioclasio (Tab. IIa, colonna 4) dia un'idea piuttosto precisa del tipo di miscela totale bina-

TABELLA IIa. — *Composizione modale e Norma Equivalente di lave del Vesuvio del 1631.*

	1)	2)	3)	4)
Leucite	36.9	32.9	33.5	36.2(Le + Na—Le)
Plagioclasio	17.2	24.4(58.6% An)	22.1(57.5%)	20.1(62.2%)
Nefelina	} 3.6	0.6	—	—
Sodalite		6.0	6.0	5.2
Noseanite	—	1.4	1.4	1.4
Augite	29.0	20.8(Di)	24.6	24.7
Olivina	5.1	5.5	6.5	6.5
Biotite	1.8	3.0	1.0	1.0
Minerali opachi	4.8	3.8	3.3	3.3
Apatite	1.6	1.6	1.6	1.6
% foidi	70.2	62.7	64.9	68.0
% plagioclasio	29.8	37.3	35.1	32.0
Indice di colore	42.3	34.7	37.0	37.1

- 1) Media della composizione modale dei camp. di colonne 1, 2, 3, 4, 5 di tab. II.
- 2) Media analisi 1-6 e 8 di tab. I. Variante a leucite, sodalite, noseanite della norma standard.
- 3) idem. Variante precedente con 1% biotite e augite modale del camp. 1 di tab. I.
- 4) idem. Variante precedente con leucite sodifera al 7.5% di Na-Le.

ria presente in queste lave; ciò è importante perchè occorre notare che per la difficoltà dell'interpretazione della massa di fondo alcuni autori hanno potuto dare la sola composizione dei fenocristalli che risultano di tipo labradorite-bytownite.

Le determinazioni modali sui campioni dei diversi affioramenti di lave del 1631 (Scogli della Scala, Villa Inglese, Boscotrecase) indicano per i fenocristalli una composizione bytownitica con una media del 75% An. Comunque la massima parte del plagioclasio di queste lave costituisce la massa di fondo o a volte microfenocristalli. I microliti della massa di fondo risultano labradoritici con circa il 65% An.; data la grande prevalenza di questi si può assumere che la composizione modale globale del plagioclasio sia molto vicina a questo valore, tale valore è soddisfacentemente simile a quello normativo (62% An., Tab. IIa, colonna 4).

All'esame macroscopico le lave del 1631 analizzate sono grigio chiare essenzialmente con fenocristalli di augite e leucite; nelle zone porose localmente sono incrostate da svariati tipi di minerali di origine pneumatolitica. In sezione sottile mostrano fenocristalli di augite, leucite, subordinata olivina, plagioclasio e rara biotite; la massa di fondo è costituita, in ordine di abbondanza, da plagioclasio, leucite, augite, olivina, magnetite e più rara biotite e apatite, rara e comunque mal determinabile è la presenza di sanidino. La sodalite tappezza in genere i vuoli ed è più o meno rappresentata nei diversi affioramenti.

Il clinopirosseno è riferibile più precisamente ad augite diopsidica (diopside nel sistema semplificato di fig. 5), i fenocristalli sono spesso zonati e mostrano una tendenza più diopsidica al centro, verso la periferia si nota un certo arricchimento in ferro. A volte si hanno ricorrenze di fasce più o meno ferrifere, il  $c/\gamma$  varia da 42° al centro a 47° circa alla periferia; quest'ultimo valore è molto diffuso. Il  $2V_\gamma$  è di circa 58°. Il pirosseno della massa di fondo mostra i caratteri dei bordi dei fenocristalli zonati.

Come già detto il plagioclasio in fenocristalli è di tipo bytownitico spesso zonato, quello abbondante della massa di fondo è labradoritico più o meno calcico. L'olivina in fenocristalli presenta caratteri di stabilità ed ha  $2H = 90^\circ$  circa corrispondente ad una composizione crisolitica con circa il 19% Fa (A. Poldervaart 1950).

La leucite è sempre inalterata nei campioni analizzati, i fenocristalli inglobano non di rado plagioclasio, clinopirosseno, olivina.

Secondo la classificazione e nomenclatura di A. L. Streckeisen (1967) tali rocce sono leucititi tefritiche (fig. 6), rocce foidiche mesocratiche con un contenuto in minerali femici (indice di colore, Tab. IIa) rientrante nel campo dei valori stabiliti per queste rocce; esse corri-

spondono alle « vesuviti » nel triangolo di classificazione di P. Niggli dettagliato da A. Rittmann per le rocce leucitiche (A. Rittmann 1933).

Il confronto chimico e mineralogico fra i campioni di lave del 1631 delle diverse località (Tabb. I e II) indica alcune differenze; in verità queste sono evidenti anche per i campioni attribuiti dai diversi

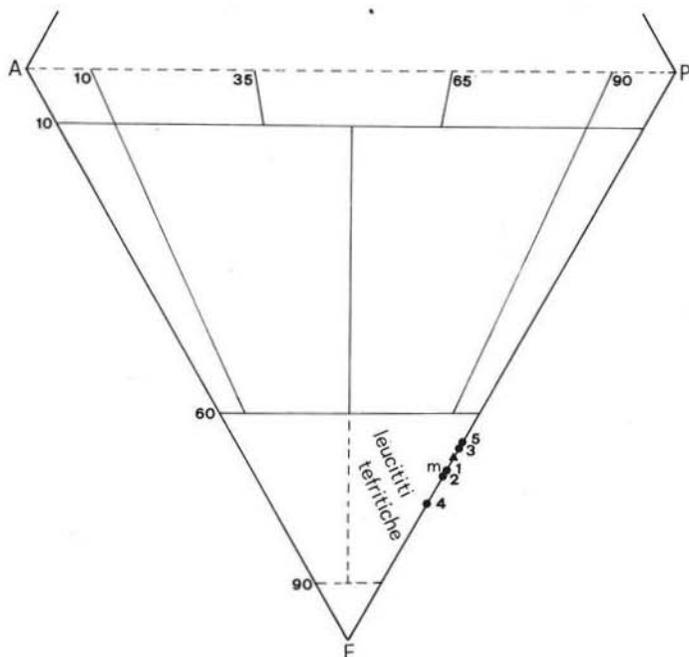


Fig. 6. — Classificazione delle lave del 1631 in base alla composizione modale e alla norma equivalente nel triangolo A P F di Streckeisen (1967). Cerchi pieni: composizione modale dei campioni di colonne 1-5 di Tab. II e loro media (m, Tab. IIa). Triangolo: media normativa dei campioni di colonna 4, Tab. IIa.

autori alla stessa località di Villa Inglese. Se nelle linee generali si possono escludere eventuali scambi di campioni, errori analitici o attribuzioni cronologiche errate, è possibile ritenere che si ha una certa diminuzione in femici e arricchimento in sialici dalle lave globali di Scogli della Scala-Villa Inglese a quelle di Boseotrecase e Cupa dei Monti; in fig. 7 è riportato il probabile diagramma di variazione.

Se queste premesse sono esatte si può ritenere che il magma aveva subito un processo di differenziazione prevalentemente gravitativa prima dell'eruzione. In tal caso, se l'emissione di tutte le lave fosse stata terminale, si potrebbe anche ritenere che le effusioni più sialiche siano state precedenti a quelle più femiche in analogia a quanto si è spesso osservato nelle eruzioni di prodotti differenziati; questa pos-

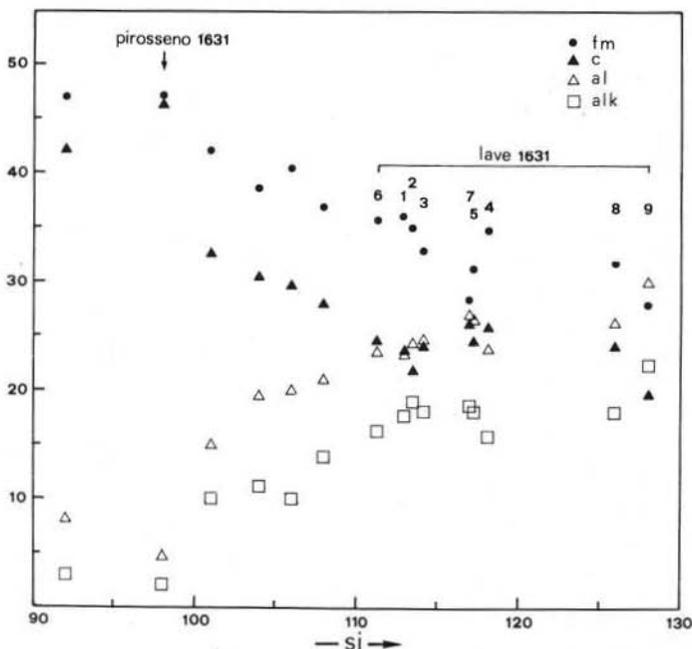


Fig. 7. — Probabile diagramma di variazione per le lave del Vesuvio del 1631. Oltre alle lave del 1631 (camp. 1-9, Tab. Ia) e al pirosseno del camp. 1 sono riportate scorie pirosseniche e pirossenoliti delle eruzioni vesuviane del 1906 e 1944.

sibilità comunque può anche non essere del tutto valida dato che sembra che si siano avute effusioni laviche laterali.

Una differenziazione nei prodotti del 1631 è stata ammessa da A. Rittmann (1933) in base al confronto fra un campione di lava e scorie pomicee correlate con quest'eruzione. Prescindendo dai diversi differenziati pomiceo del Somma (P. Di Girolamo 1968) un recente

esempio di differenziazione gravitativa è fornito dall'ultima eruzione vesuviana del marzo 1944 (A. Scherillo 1950) nel corso della quale furono emessi prodotti sempre più ricchi in pirosseno.

A titolo orientativo, in considerazione delle lievi variazioni chimico-mineralogiche dei prodotti del Vesuvio dal 1631 ad oggi (C. Burri e P. Arévalo 1968), sono riportati in fig. 7 proietti pirossenolitici e scorie ricche di pirosseno delle eruzioni del 1906 e 1944 (A. Scherillo 1950, 1953) oltre al pirosseno del camp. 1 di Scogli della Scala; le curve suggeriscono che nell'eventuale differenziazione dei prodotti del 1631 il movimento del pirosseno ha rivestito un ruolo importante.

### 3) LA FACIES AUTOPNEUMATOLITICA.

Le lave del 1631 sono note in letteratura anche per il numero notevole di neominerali dovuti all'attività degli agenti mineralizzatori presenti nella lava e depositi soprattutto dopo la solidificazione lungo le fratture e nei vacuoli delle zone bollose.

I vari autori, fra cui A. Scacchi (1882, 1889), A. Lacroix (1907), F. Zambonini e G. Carobbi (1926), F. Zambonini (1935), F. Penta e G. del Vecchio (1936), hanno descritto numerose specie di minerali autopneumatolitici, spesso con forme molto nette, quali sodalite, feldspato alcalino, plagioclasti, biotite, augite, fayalite, fluorite, cuprite, vesbina, atacamite, apatite, breislakite.

Minerali di questo tipo si trovano anche in colate di altre eruzioni soprattutto in quelle più spesse dove il raffreddamento e la perdita di volatili sono stati più lenti, preferenzialmente nelle parti centrali delle colate.

Prescindendo dall'interesse mineralogico, la presenza o meno di questi minerali in una lava riveste un importante significato petrografico dato che ne risente la composizione chimica. In particolare la presenza di sodalite, che sembra essere il neominerale autopneumatolitico più diffuso nelle lave del 1631, fa aumentare piuttosto sensibilmente il grado di sottosaturazione della roccia anche se tale minerale si trova in una percentuale di poche unità.

Dalla lava in località Scogli della Scala è stato prelevato (fig. 2) un campione piuttosto compatto nella parte medio-alta della colata (Tab. I, camp. 1) e un altro in una zona più porosa della parte cen-

trale (camp. 2). Dalle sezioni sottili risulta che il camp. 2 è più ricco di sodalite rispetto al camp. 1 (Tab. II), una parte di tale minerale del camp. 2 è presente sulle pareti dei vacuoli; è da notare che gran parte dei minerali di neoformazione prima citati sono stati rinvenuti dai vari autori nella lava della zona La Scala. Il camp. 2 presenta, rispetto al camp. 1, un certo aumento in soda, in cloro e un valore di k un po' più basso (Tabb. I, Ia).

Un altro campione, esaminato nel presente lavoro e interessato da fenomeni autopneumatolitici, è quello di Cupa dei Monti (camp. 9), Tab. I); tale località (fig. 1) si trova a monte di La Scala, km 2 circa a NNE. Questo campione è poroso e contiene globalmente meno augite dei campioni di Scogli della Scala; presenta l'augite in parte alterata in idrossidi di ferro, sulle pareti delle cavità si osservano sodalite, biotite, ematite, fayalite, feldspato alcalino, augite egirinica.

Ai fini di una valutazione delle variazioni chimiche prodotte dall'azione autopneumatolitica sulla composizione iniziale è bene fare il confronto solo sulla lava di Scogli della Scala per la quale si hanno due campioni diversamente interessati da questo processo.

Si è calcolata la Norma Equivalente e il valore di  $Si^o$ . Il calcolo della norma è stato fatto col procedimento prima illustrato cioè eseguendo la variante a leucite, sodalite, noseanite, biotite e introducendo nel calcolo l'augite modale, una leucite sodifera al 7.5% di Na-Le e 1% di biotite. Per il valore di  $Si^o$ , tenendo conto della formazione di apatite (C. Burri 1962) per il caso presente di al > alk, si è adottata l'espressione:

$$Si^o = \frac{si}{100 + 4 alk - 3 p}$$

Si ottengono i seguenti valori:

	Le	Na-Le	Ne	Sod	Nos	Ab	An	Aug	Bi	Ol	Mt	Ru	Cp	$Si^o$
camp. 1	33.4	2.7	1.5	5.0	1.4	6.5	10.0	26.8	1.0	6.1	3.3	0.7	1.6	0.671
	36.1		7.9		16.5(60.6% An)									
camp. 2	34.2	2.8	3.1	6.0	1.4	5.6	9.7	24.0	1.0	7.5	2.4	0.7	1.6	0.654
	37.0		10.5		15.3(63.3% An)									

I feldspatoidi Ne + Sod + Nos nelle due rocce sono in gran parte sotto forma di sodalite; le analisi roentgenografiche mostrano, fra i

feldspatoidi, qualche interferenza della sola sodalite oltre a quelle della leucite. E' probabile che una certa quantità di sodalite faccia già parte della composizione iniziale della roccia come minerale dello stadio magmatico, comunque le osservazioni modali nel campione autopneumatolitico mostrano un incremento in sodalite nei vacuoli; l'aumento normativo di solo 2.6% in Ne + Sod + Nos è in gran parte responsabile della diminuzione di Si<sup>o</sup>.

### Conclusioni.

I dati chimici di 5 nuove analisi assieme ad altre 4 già note permettono di stabilire meglio i caratteri petrochimici delle lave della grande eruzione vesuviana del 1631.

La conoscenza della composizione chimica del clinopirosseno, auge diopsidica costituente circa 1/4 della roccia, permette di calcolare una Norma Equivalente che risulta soddisfacentemente simile al modo; la somiglianza diventa ancora migliore introducendo nel calcolo una leucite sodifera. Le lave si classificano come leucititi tefritiche (vesuviti) sia in base alla composizione mineralogica normativa che al modo.

Questo procedimento normativo su base modale, abbastanza rapido, dà ovviamente la possibilità di avere una classificazione mineralogica piuttosto attendibile per quelle rocce dove il modo è difficilmente determinabile.

Le differenze chimiche e mineralogiche fra le varie lave di questa eruzione indicano che il magma subì una differenziazione gravitativa. Processi autopneumatolitici locali portarono ad un'ulteriore variazione mineralogica e chimica (desilicizzazione) fra le diverse lave ed anche in seno ad una stessa lava.

Tali dati, oltre che avere come scopo immediato una migliore conoscenza petrografica delle lave del 1631, confermano, in un modo più generale, come un solo campione o anche pochi campioni possono non essere rappresentativi di un'eruzione soprattutto quando il fine petrologico è quello di stabilire eventuali processi evolutivi in un arco di tempo relativamente breve.

A tal proposito è da notare che A. Rittmann (1933) osservò una lieve differenziazione per le lave del Vesuvio recente (fra il 1631 e il 1929); una leggera desilicizzazione è stata osservata da C. Burri e

P. Arévalo (1968) nello stesso periodo (1631-1944) su un numero maggiore di campioni. I dati attuali sulle lave del 1631 ed eventuali studi simili sui prodotti di altre eruzioni più recenti potrebbero dare ulteriori precisazioni su tali argomenti.

## BIBLIOGRAFIA

- ALFANI M. (1934) - *Augite pneumatolitica raccolta sulla lava del fondo del cratere vesuviano nel 1929*. Per. Min., vol. 5, p. 77.
- ALFANO G. B. (1924) - *Le eruzioni del Vesuvio tra il 79 e il 1631*. Osservatorio « Pio X » in Valle di Pompei, pp. 60.
- ALFANO G. B., FRIEDLAENDER I. (1929) - *La storia del Vesuvio illustrata dai documenti coevi*. Ulm a. d. Donau, K. Höhn, pp. 69.
- BURRI C. (1962) - *Zur Berechnung der Silifizierung von Eruptivgesteinen*. Chemie d. Erde, vol. 22, pp. 57-77.
- BURRI C. (1964) - *Petrochemical Calculations based on Equivalents*. Gerusalemme.
- BURRI C., ARÉVALO CARRETERO P. (1968) - *Osservazioni su alcune colate vesuviane e sull'evoluzione magmatica del Vesuvio dopo l'anno 1631*. Rend. Acc. Sc. fis. e mat., s. 4<sup>a</sup>, vol. 35, pp. 57-65.
- CAROBBI G., ALFANI M. (1935) - *Augite diopsidica dei blocchi calcarei metamorfosati del Monte Somma*. Ann. Oss. Vesuv., vol. 6, p. 45.
- CUNDARI A., LE MAITRE R. W. (1970) - *On the Petrogeny of Leucite-bearing Rocks of the Roman and Birunga Volcanic Regions*. Journ. of Petr., vol. 11, pp. 33-47.
- DI GIROLAMO P. (1968) - *Petrografia del Somma-Vesuvio: le serie piroclastiche*. Rend. Acc. Sc. fis. e mat., s. 4<sup>a</sup>, vol. 35, pp. 217-280.
- DI GIROLAMO P. (1969) - *Lave orvietitiche da trivellazioni nella zona del Somma-Vesuvio*. Rend. Soc. It. Min. e Petr., vol. 25, pp. 317-345.
- DI GIROLAMO P. (1970) - *Rilevamento petrografico-stratigrafico lungo il margine SW del Vesuvio*. Rend. Soc. It. Min. e Petr., vol. 26, fase. I, pp. 77-108.
- FUCHS C. W. C. (1866, 1868-69) - *Die Laven des Vesuv. Untersuchung der vulkanischen Eruptions-Producte des Vesuv in ihrer chronologischen Folge, vom 11. Jahrhundert an bis zur Genenwart*. N. Jahrb. f. Min., Stoccarda, pp. 667-687, 553-562, 169-193.
- HAUGHTON S., HULL E. (1876) - *Report on the chemical, mineralogical and microscopical Character of the lavas of Vesuvius from 1631 to 1868*. Trans. Irish Acad., vol. 26, pp. 49-164.
- JOHNSTON-LAVIS H. J. (1884) - *The Geology of Monte Somma and Vesuvius, being a Study of Volcanology*. Quart. J. geol. Soc. London, vol. 40, pp. 35-119.
- JOHNSTON-LAVIS H. J. (1891) - *Geological map of Monte Somma and Vesuvius (1:10.000)*. G. Philip & Son, Londra.

- LACROIX A. (1907) - *Étude minéralogique des produits silicatés de l'éruption du Vésuve (Avril 1906)*. Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat., vol. 9, pp. 1-172.
- LACROIX A. (1917) - *Les laves leucitiques de la Somma*. C. R. Acad. Sc., vol. 165, pp. 481-487. Parigi.
- LE HON H. (1865) - *Histoire complète de la grande éruption du Vésuve de 1631*. Bull. Ac. Sc. Lett. et Beaux Arts Belgique, vol. 20, pp. 483-538.
- LUONGO G., RAPOLLA A. (1964) - *Contributo allo studio dell'evoluzione del magma Somma-Vesuviano mediante la determinazione delle concentrazioni in isotopi radioattivi  $U^{238}$ ,  $Th^{232}$ ,  $Ra^{226}$ ,  $K^{40}$* . Ann. Oss. Vesuv., s. 6<sup>a</sup>, vol. 6, pp. 45-66.
- NARICI E. (1933) - *Contributo alla petrografia chimica della provincia magmatica campana. II parte*. Zeitschr. für Vulk., vol. 15, pp. 95-99.
- PENTA F., DEL VECCHIO G. (1936) - *Lave vesuviane dei principali centri estrattivi*. Fondaz. Polit. mezzog. d'It., pp. 1-108.
- PERRET F. A. (1924) - *The Vesuvius eruption of 1906. Study of a volcanic cycle*. Carnegie Instit. of Washington. Publ. N° 339, Washington.
- POLDERVAART A. (1950) - *Correlation of physical properties and chemical composition in the plagioclase, olivine and orthopyroxene series*. Am. Min., vol. 35, pp. 1067-1079.
- POLDERVAART A., HESS H. H. (1951) - *Pyroxenes in the crystallization of basaltic magma*. Journ. Geol., vol. 59, p. 472.
- RAPOLLA A., VITTOZZI P. (1968) - *Radioactivity of the Vesuvian Lavas and their Dating by the Disequilibrium  $Ra^{226}$ - $U^{238}$* . Bull. Vole., vol. 32, pp. 353-364.
- RITTMANN A. (1933) - *Die geologisch bedingte Evolution und Differentiation des Somma-Vesuvmagmas*. Zeitschr. f. Vulk., vol. 15, pp. 8-94.
- SAVELLI C. (1967) - *The Problem of Rock Assimilation by Somma-Vesuvius Magma. I. Composition of Somma and Vesuvius Lavas*. Contr. Mineral. and Petrol., vol. 16, pp. 328-353.
- SCACCHI A. (1882) - *Della lava vesuviana dell'anno 1631*. Mem. Soc. It. Sc. dei XL, vol. 4, pp. 1-35.
- SCACCHI A. (1889) - *Appendice alla prima memoria sulla lava vesuviana del 1631*. Mem. Soc. It. dei XL, vol. 7, pp. 3-26.
- SCHERILLO A. (1950) - *Le lave e le scorie dell'eruzione vesuviana del marzo 1944*. Ann. Oss. Vesuv., s. 5<sup>a</sup>, vol. unico, pp. 129-144.
- SCHERILLO A. (1953) - *Nuovo contributo allo studio dei prodotti dell'eruzione vesuviana del 1944*. Bull. Vole., s. 2<sup>a</sup>, vol. 13, pp. 129-144.
- SCHMID R. (1965) - *Programm in Fortran II für die Umrechnung chemischer Gesteins und Mineralanalysen*. Boll. Svizzero Min. e Petr., vol. 45, pp. 837-846.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1967) - *Carta Geologica d'Italia, FF. 183-184 (Isola d'Ischia - Napoli)*. II Ed.
- SINNO R. (1952) - *Ricerche chimiche sui pirosseni del Somma-Vesuvio*. Boll. Soc. Nat. in Napoli, vol. 61, pp. 77-82.
- STRECKEISEN A. L. (1967) - *Classification and Nomenclature of Igneous Rocks*. N. Jb. Miner. Abh., vol. 107, pp. 144-240.

- VITTOZZI P., GASPARINI P. (1963) - *Ulteriori determinazioni delle concentrazioni in isotopi radioattivi delle lave vesuviane*. Atti XIII Conv. Ass. Geof. It.
- VITTOZZI P., GASPARINI P. (1964) - *Gamma ray spectra of some lavas from Vesuvius*. Bull. Vole., vol. 27, pp. 301-313.
- VITTOZZI P., GASPARINI P. (1965) - *Datazioni di lave vesuviane*. Boll. Soc. It. Geof. e Meteor., vol. 14, pp. 83-86.
- WASHINGTON H. S. (1906) - *The Roman comagmatic region*. Carnegie Inst. of Washington. Publ. N° 57, Washington.
- WASHINGTON H. S., MERWIN H. E. (1921) - *Note on augite from Vesuvius and Etna*. Am. Journ. of Sc., vol. 50, p. 20. Washington.
- WEIBEL M. (1961) - *Die Schnellmethoden der Gesteinsanalyse*. Boll. Sviz. Min. Petr., vol. 41, pp. 285-294.
- WEIBEL M. (1962) - *Die Aluminiumbestimmung in der chemischen Silikatanalyse*. Z. analyt. Chem., vol. 184, pp. 322-327.
- ZAMBONINI F. (1935) - *Mineralogia vesuviana*. II Ed. Atti Acc. Sc. fis. e mat., vol. 20.
- ZAMBONINI F., CAROBBI G. (1926) - *Ricerche chimiche sulle incrostazioni gialle della lava vesuviana del 1631*. Atti Acc. Sc. fis. e mat., s. 2ª, vol. 17.