

ANTONINO LO GIUDICE (*), ROMOLO ROMANO (**),
CARMELO STURIALE (***)

GEOLOGIA E PETROLOGIA DELLE VULCANITI
DELLA PARETE OCCIDENTALE
DELLA VALLE DEL BOVE (ETNA)

RIASSUNTO. — Nel presente lavoro sono state esaminate dal punto di vista geologico, petrografico e petrochimico alcune vulcaniti affioranti nella parete occidentale della Valle del Bove (Etna).

La posizione geologica di queste vulcaniti ha consentito di individuare nell'ambito dei prodotti del Post-Trifoglietto (KLERKX, 1968) due unità vulcanostratigrafiche distinte, sicuramente posteriori al Trifoglietto II (KLERKX, 1968), qui denominate come *Complesso Belvedere* e *Centro eruttivo della Serra Giannicola Piccola*.

Dal punto di vista petrografico si tratta di rocce a composizione mineralogica quasi costante (plagioclasio, pirosseno, olivina, magnetite nonchè feldspati alcalini e nefelina identificabili per via diffrattometrica) accompagnata da una certa variabilità sia dei rapporti quantitativi delle fasi presenti che della loro composizione. Tali vulcaniti, in base ai caratteri petrochimici, sono state classificate come *tefriti fonolitiche*, *mugeariti*, *quarzo-mugeariti*, *latiti* ed *alcali-trachiti*.

Le variazioni petrochimiche riscontrate nei prodotti del Complesso Belvedere indicano la presenza di due tendenze evolutive distinte che partendo da termini mugearitici pervengono a termini quarzo-mugearitici ed alcali-trachitici. Queste tendenze vengono correlate a fenomeni di cristallizzazione frazionata di fasi femiche e plagioclasiche a cui si accompagna un apporto di alcali in quantità variabile che sembra assumere un ruolo determinante nella serie quarzo-mugearitica.

Per quanto concerne le vulcaniti del Centro eruttivo della Serra Giannicola Piccola si è notato che esse si inseriscono in una serie evolutiva di tipo tefritico che può essere spiegata mediante apporto di alcali per trasporto gassoso.

(*) Istituto di Mineralogia e Petrografia Università di Catania, Corso Italia, 55.

(**) Istituto Internazionale di Vulcanologia - C.N.R., V.le Regina Margherita, 6 - Catania.

(***) Istituto di Vulcanologia dell'Università di Catania, Corso Italia, 55.
Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R.

ABSTRACT. — Some volcanites present in the «Valle del Bove» (west wall on Mt. Etna) have been examined from a geological, petrological and petrochemical viewpoint.

The geological occurrence of these volcanites shows the existence of two distinct volcano-stratigraphic units, more recent than *Trifoglietto II* (KLERKX, 1968), within the *Post-trifoglietto* (KLERKX, 1968) products. They have been named *Complesso Belvedere* and *Centro eruttivo della Serra Giannicola Piccola*.

The rocks are of almost uniform mineralogical composition (plagioclase, pyroxene, olivine, magnetite, as well as alkali-feldspars and nepheline identified by X-ray diffraction). However, there is a variability both in the quantitative relations and in the composition of the phases. These volcanites have been classified chemically as *phonolitic tephrites*, *mugearites*, *quartz-mugearites*, *latites*, *alkali-trachytes*.

The petrochemical variations in the *Complesso Belvedere* products show the presence of two distinct trends of differentiation, one from mugearites to quartz-mugearites and the other from mugearites to trachytes. These trends are due to fractional crystallization of the mafic and salic phases accompanied by a variable loss of alkalis, particularly within the quartz-mugearitic trend.

The volcanites of the *Centro eruttivo della Serra Giannicola Piccola* have been observed to follow a tephritic trend which can be explained by alkali addition due to gas transfer.

Introduzione.

Sebbene l'Etna rappresenti il più imponente dei vulcani attivi nell'area del Mediterraneo e sia stato oggetto di curiosità e di ricerca da parte di numerosi autori, tuttavia il quadro delle conoscenze, attualmente disponibile, risulta notevolmente lacunoso ed incompleto. Infatti sia dal punto di vista geologico che da quello petrografico-petrochimico-magmatologico resta molto da fare in quanto, per il passato, gli studi sull'Etna sono stati principalmente descrittivi e indirizzati all'analisi di prodotti effusi in tempi storici e pertanto rappresentanti soltanto una piccola parte della copertura del vulcano. Solamente da un decennio a questa parte si è cercato di portare un valido contributo scientifico, soprattutto alla luce di nuove impostazioni e metodi di ricerca. In questa prospettiva risulta di notevole importanza l'approfondito studio geologico, petrochimico e magmatologico delle volcaniti più antiche dell'Etna che affiorano principalmente nella Valle del Bove. Da tale studio infatti possono essere desunti tutti quegli elementi che portano ad una corretta interpretazione dell'evoluzione dei magmi nella regione etnea e quindi utili insegnamenti per una esatta collocazione del vulcanismo etneo attuale.



Fig. 1. — La parete occidentale della Valle del Bove. Sono visibili le vulcaniti del Complesso di Vavalaci (v), del Complesso Belvedere (b), del Trifoglietto II (t. II°) e del Mongibello (m); sono evidenti anche alcuni apparati storici.
(Foto D. Condarrelli).

Il presente lavoro, che è il risultato di un'intensa collaborazione fra ricercatori dell'I.I.V. e degli Istituti di Mineralogia e Vulcanologia della Università di Catania, riguarda appunto lo studio geologico e petrologico di due unità vulcano-stratigrafiche riconosciute in quell'area più complessa e magmatologicamente più interessante del vulcano che è la Valle del Bove.

Inquadramento geologico.

L'edificio vulcanico etneo i cui prodotti unitamente a quelli del vulcanismo ibleo si collocano entro una provincia eruttiva a carattere eratonico, poggia lungo il versante settentrionale ed occidentale sui terreni sedimentari alloctoni messi in posto da trasporto orogenico gravitativo in età tortoniana o su terreni autoctoni ad essi sottostanti. Lungo il versante meridionale ed orientale le vulcaniti etnee si sovrappongono ai terreni sedimentari del Quaternario, comprendenti argille azzurre, sabbie ed il conglomerato continentale delle « terreforti ». Del basamento etneo fanno parte inoltre le formazioni submarine (pillows, ialoclastiti e lave colonnari) intercalate fra le argille azzurre del Siciliano, esistenti a Nord di Catania (STURIALE, 1968).

L'insieme dei dati geologici disponibili sembra indicare che l'attuale struttura del vulcano sia il risultato di un più o meno continuo susseguirsi di cicli eruttivi, legato alla presenza di diversi centri fra loro connessi sia nel tempo che nello spazio (cfr. KLERKX, 1964, 1968; STURIALE, 1967a; CRISTOFOLINI & LO GIUDICE, 1969; ROMANO, 1970).

Prescindendo dal carattere essenzialmente lineare delle prime effusioni laviche nella regione etnea, si può affermare che l'attuale struttura del vulcano è data dalla giustapposizione, in un'area ristretta, di diversi edifici, a marcata attività centrale, i cui resti possono essere

Fig. 2.

- | | |
|--|---|
| 1) Materiale vulcanico rimaneggiato. | 6) Vulcaniti del Complesso di Vavalaci. |
| 2) Lave storiche. | 7) Vulcaniti del Centro eruttivo della
Serra Giannicola Piccola. |
| 3) Coni eruttivi e piroclastiti associate. | 8) Vulcaniti del Trifoglietto II. |
| 4) Vulcaniti del Mongibello. | |
| 5) Vulcaniti del Complesso Belvedere. | |

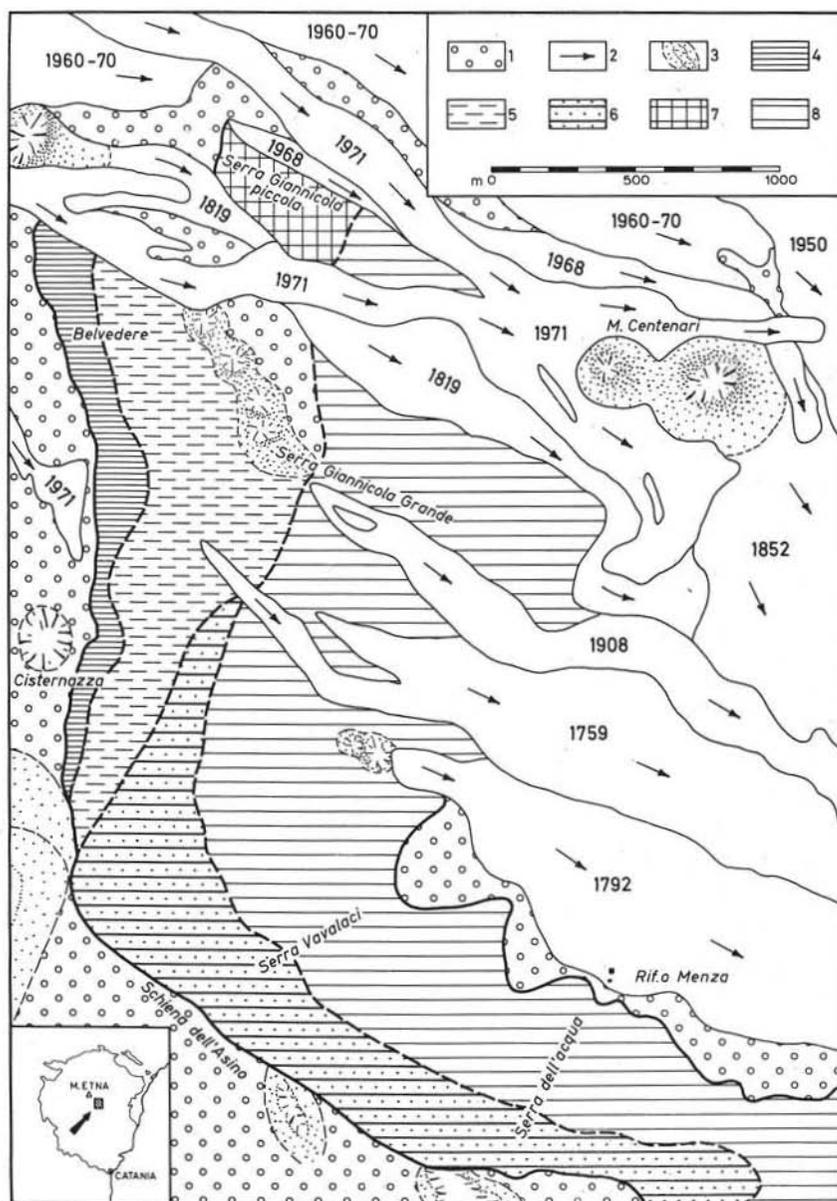


Fig. 2. — Carta geologica schematica della parete occidentale della Valle del Bove.

osservati lungo le pendici della Valle del Bove e su cui si è impiantato il centro eruttivo del « Mongibello » attualmente attivo.

KLERKX (1968), utilizzando il criterio stratigrafico delle discordanze e della presenza di superfici di erosione, ha individuato, nell'area della Valle del Bove, l'esistenza di quattro unità vulcano-stratigrafiche: *il Calanna, il Trifoglietto I, il Trifoglietto II ed il Post-trifoglietto* che comprende anche i prodotti chiaramente effusi dall'attuale centro eruttivo (*Mongibello*).

Recentemente LO GIUDICE (1970) ha individuato, nell'ambito dei prodotti riferiti da Klerkx al Post-trifoglietto, un complesso di lave (*Complesso di Vavalaci*) che sono certamente riferibili all'attività di un centro eruttivo distinto dal Trifoglietto II (KLERKX, 1968) e dal Mongibello (LYELL, 1859; GEMMELLARO, 1860).

Nel presente lavoro sono stati presi in considerazione le vulcaniti affioranti lungo il margine superiore della Valle del Bove, a Nord dei prodotti del Complesso di Vavalaci ed ancora compresi nell'ambito delle manifestazioni Post-trifoglietto di Klerkx (fig. 1). E' necessario, a questo punto, sottolineare che, pur ritenendosi validi per grandi linee i criteri utilizzati da Klerkx per la distinzione delle diverse unità vulcano-stratigrafiche affioranti nella Valle del Bove, si è avuto modo di osservare, usando come criterio distintivo delle diverse unità la variazione delle immersioni medie delle colate laviche, la presenza, in seno ai prodotti del Post-trifoglietto, di altre unità stratigrafiche fra loro indipendenti. Probabilmente analoghe distinzioni possono essere fatte anche fra i prodotti riferiti da KLERKX (1968) al Trifoglietto II.

Nella figura 2 è riportata l'area studiata e sono altresì indicate le unità riconosciute: si può notare che, mentre lungo il versante meridionale della Valle del Bove (Schiena dell'Asino), ai prodotti del Trifoglietto II seguono verso l'alto quelli già noti del Complesso di Vavalaci e del Mongibello, lungo la parete occidentale, agli stessi prodotti del Trifoglietto II, si sovrappone un'altra unità vulcano stratigrafica (*Complesso Belvedere*) che si inserisce fra le vulcaniti del Complesso Vavalaci e quelle soprastanti del Mongibello. Queste ultime sono costituite da una serie di colate laviche (rappresentante l'unità vulcano-stratigrafica superiore o di copertura) che hanno generalmente una potenza non molto rilevante (una o due metri) e sono caratterizzate quasi sempre da superfici scoriacee e vetrose.

Per quanto concerne le colate laviche che poggiano direttamente sui prodotti del Trifoglietto II, si è avuto modo di constatare che esse



Fig. 3. — Le vulcaniti affioranti lungo il pendio occidentale della Valle del Bove in prossimità della « Cisternazza ». Si notano le colate sottili del Mongibello ed i banchi lavici più potenti del sottostante Complesso Belvedere.

hanno una pendenza media di circa 10° W (nettamente inferiore a quella delle colate del Trifoglietto II) e si differenziano chiaramente dai soprastanti prodotti del Mongibello i quali tendono ad immergersi verso Est. Inoltre queste colate laviche, a differenza di quelle di copertura, hanno una potenza rilevante che talvolta raggiunge 20-30 metri, in genere non presentano superfici scoriacee e sono caratterizzate dalla presenza di una fessurazione orizzontale che permette la loro suddivisione in lastroni di varie dimensioni (fig. 3). Tale fessurazione orizzontale è verosimilmente il prodotto di un avanzato raffreddamento in relazione a tensioni orizzontali legate al flusso laminare della lava. Queste colate spesso sono accompagnate ed attraversate da dicchi di vario spessore: uno di questi, molto potente, si estende per circa 700-800 metri in direzione N-NW interessando, verso quota 1600, buona parte della formazione in studio. Un livello tufaceo di colore rossastro e con spessore variabile da tre metri a qualche decimetro, separa in tutta la sua lunghezza, anche se affiorante con discontinuità, queste lave da quelle superiori del Mongibello. Detto livello di tufi viene in superficie poco a Nord della Montagnola dove i banchi lavici della copertura superiore finiscono a lente per lasciare il posto, in quel punto, alle piroclastiti dell'eruzione del 1763 ricoprenti i prodotti del sottostante Complesso di Vavalaci. In base all'omogeneità dei caratteri geologici si ritiene di poter definire l'insieme di vulcaniti sopra descritte e comprese fra il Mongibello ed il Trifoglietto II come un'unità vulcano-stratigrafica denominata *Complesso Belvedere* dall'omonima località a SE della quale essa si rinviene con maggiore esposizione e potenza in affioramento. E' da tenere presente infine che questo complesso, proprio ad Est della zona del Belvedere, è stato interessato dall'eruzione del 1908 (cfr. fig. 2) ed è ricoperto in parte dalla coltre piroclastica emessa da una serie di edifici craterici che si estendono verso valle con direzione NW-SE.

In figura 4 è riportata la colonna stratigrafica schematica ed idealizzata delle diverse unità riscontrate nei pressi della « Cisternazza ».

Un cenno a parte merita il rinvenimento presso la Serra Giannicola Piccola dei resti di un centro eruttivo, quasi completamente distrutto. Si tratta essenzialmente di un sistema di dicchi incrociantisi ortogonalmente, aventi direzione all'incirca E-W e N-S ed incassati entro una breccia esplosiva. Quest'ultima è costituita in gran parte da piroclastiti cementate e fumarolizzate di colore giallo-ocra molto

intenso e da blocchi lavici rigettati, a spigoli vivi, piuttosto freschi e di dimensioni variabili da alcuni centimetri a qualche decimetro. Sono state riconosciute inoltre alcune colate certamente associate a questo

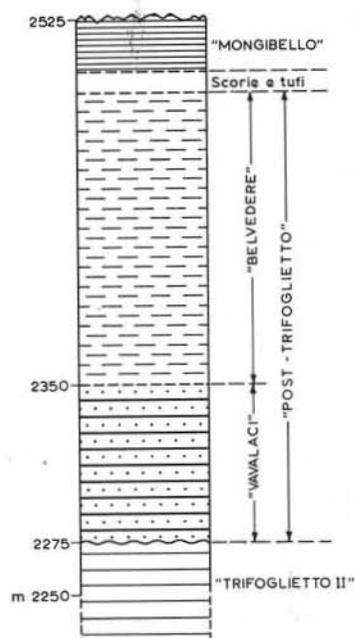


Fig. 4. — Colonna stratigrafica schematica della parete occidentale della Valle del Bove nei pressi della « Cisternazza ».

sistema di dicchi e pertanto riferibili con sicurezza a detto centro eruttivo. Stratigraficamente questo centro che dalla località omonima è denominato *Centro eruttivo della Serra Giannicola Piccola* sembra interposto fra i prodotti del Trifoglietto II e quelli dell'unità che qui è stata definita come *Complesso Belvedere*.

Caratteri petrografici.

Le vulcaniti studiate provengono da numerose campionature in serie eseguite lungo la parete occidentale della Valle del Bove in modo da ottenere una buona rappresentazione delle variazioni verticali ed orizzontali. In base ai loro caratteri chimico-petrografici è stato pos-

sibile riscontrare differenti tipi ⁽¹⁾ (*tefriti fonolitiche, mugariti, quarzo-mugariti, latiti ed alcali-trachiti*) variamente distribuiti nelle unità vulcano-stratigrafiche riconosciute. Va sottolineato a questo punto che i diversi tipi petrografici riscontrati presentano una notevole omogeneità di caratteri strutturali e tessiturali tale da non consentire la loro immediata definizione che invece risulta possibile su base petrochimica. Si tratta generalmente di lave di colore grigio più o meno intenso abbastanza compatte ed a struttura variabile da porfirica, con fenocristalli (talora di notevole dimensioni) di plagioclasio, pirosseno e raramente olivina, a microporfirica o afanitica. Al microscopio queste lave, oltre ad evidenziare i caratteri strutturali già macroscopicamente definibili, mostrano una mesostasi costituita generalmente dalle stesse fasi dei fenocristalli, quasi sempre olocristallina e talora oligoialina a struttura variabile dalla intersertale alla pilotassitica divergente o fluidale sino a tendenzialmente ialopilitica.

Le *tefriti fonolitiche* costituiscono la grande maggioranza delle lave di copertura (Mongibello) e subordinatamente sono presenti fra i dicchi della Serra Giannicola Piccola. Esse si rinvennero nella maggior parte dei casi nella parte superiore della parete occidentale della Valle del Bove. Si tratta di lave a struttura porfirica più o meno marcata con fenocristalli di plagioclasio, pirosseno, olivina e magnetite e massa fondamentale costantemente olocristallina a struttura variabile della intersertale alla pilotassitica divergente o fluidale.

Le *mugariti* rappresentano la grande maggioranza delle rocce del Complesso Belvedere e della Serra Giannicola Piccola riscontrate e studiate. In base ai loro caratteri strutturali sia macroscopici che microscopici si possono distinguere in *mugariti porfiriche* e *mugariti afanitiche o microporfiriche*.

Le *mugariti porfiriche* al microscopio presentano abbondanti fenocristalli di plagioclasio e subordinatamente di pirosseno, olivina e magnetite nonché microfenocristalli di apatite bruna ed aggregati glomerofirici sia di fasi femiche che femiche e saliche. La massa di fondo presenta struttura variabile dalla intersertale alla pilotassitica divergente o fluidale con una certa prevalenza di questa ultima (fig. 5).

⁽¹⁾ Per la denominazione delle vulcaniti si è seguita la classificazione di STRECKEISEN (1967) tenendo conto delle modifiche suggerite da RITTMANN (1973) per quanto riguarda il campo 9 del doppio triangolo.

Si può notare che quando la struttura della massa di fondo diviene di tipo marcatamente fluidale anche i fenocristalli di plagioclasio tendono ad orientarsi preferenzialmente nella stessa direzione dei microliti plagioclasici. E' importante segnalare che taluni dicchi a composizione mugearitica della Serra Giannicola Piccola (campioni 119 e 126) presentando numerosi e vistosi fenocristalli plagioclasici mostrano gli stessi caratteri strutturali delle cosiddette lave « cicirare » (2).



Fig. 5. — Mugearite porfirica - Fenocristalli di plagioclasio zonato entro una mesostasi olocristallina a struttura intersertale (Nicols incrociati, 33 ingr.).

Per quanto concerne le *mugeariti afanitiche o microporfiriche* (3) è da segnalare che mentre per il contenuto in fasi femiche sono sostanzialmente simili alle mugeariti porfiriche, se ne differenziano netta-

(2) Col termine lava « cicirara » viene indicata localmente una lava a marcata struttura porfirica con abbondanti fenocristalli plagioclasici di dimensioni dell'ordine del centimetro.

(3) Fra le mugeariti afanitiche vengono qui comprese due lave (campioni 79 e 138) che in base ai caratteri petrochimici (cfr. chimismo) sono da classificare come quarzo-mugeariti.

mente per quanto riguarda i caratteri strutturali. Al microscopio mostrano struttura costantemente pilotassitica fluidale con quantità variabili di microfenocristalli plagioclasici ad abito tabulare allungato, disposti con l'asse d'allungamento parallelo alle superfici di flusso, e subordinati microfenocristalli di pirosseno, olivina, magnetite ed aggregati glomerofirici (fig. 6). Caratteristicamente presenti sono inoltre microfenocristalli allungati di apatite intensamente colorata su toni

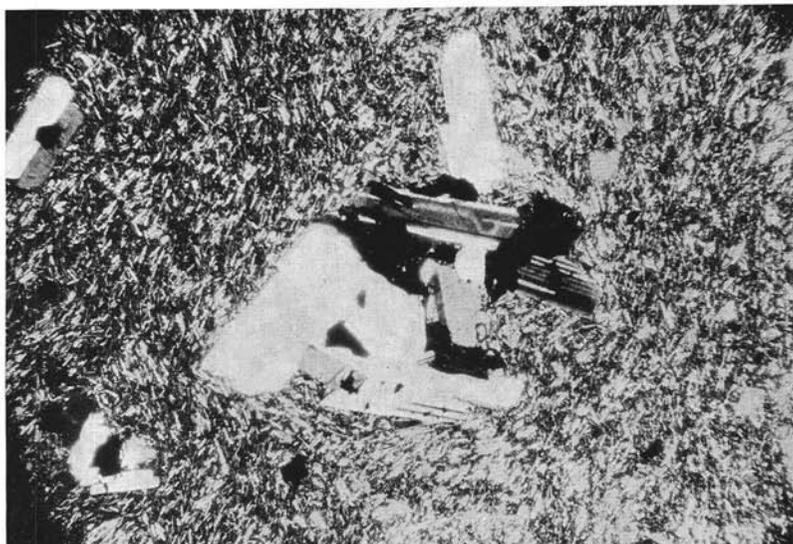


Fig. 6. — Mugarite afanitica - Aggregato glomerofirico di cristalli di plagioclasio immersi in una massa di fondo pilotassitica fluidale (Nicols incrociati, 33 ingr.).

bruni, sottili lamelle di biotite e piccole plaghe xenomorfe entro la mesostasi microcristallina, presentanti bassa rifrangenza e birifrangenza e riferibili probabilmente a fasi feldspatiche alcaline.

Per quanto riguarda la *latite* (campione 135) si tratta di una roccia leggermente bollosa in cui macroscopicamente sono visibili piccoli fenocristalli di plagioclasio. Al microscopio appare debolmente microporfirica con massa di fondo microcristallina a struttura pilotassitica divergente costituita quasi esclusivamente da microliti di plagio-

clasio e molto subordinatamente da minerali femici (pirosseno e/o olivina non determinabili otticamente). Caratteristica di questa lava è l'estremamente basso contenuto in fasi femiche e la presenza fra i minerali accessori di biotite ed apatite bruna in discreta quantità.

L'*alcali-trachite* (campione 65) è rappresentata da una lava di colore grigio molto chiaro con tessitura compatta che al microscopio mostra struttura microporfirica con scarsissimi microfenocristalli di plagioclasio, pirosseno, magnetite e raro anfibolo; si nota ancora la

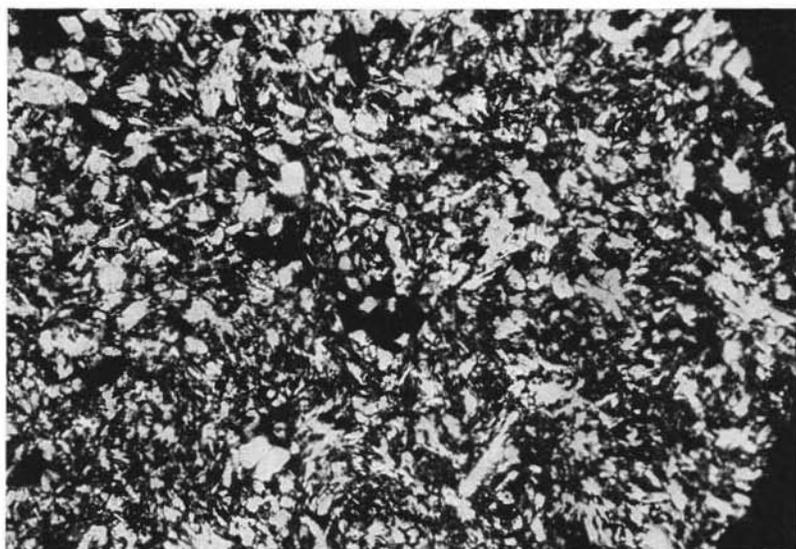


Fig. 7. — Alkali-trachite - Massa fondamentale a struttura panxenomorfa costituita quasi esclusivamente da fasi feldspatiche (Nicols incrociati, 110 ingr.).

presenza di piccoli aggregati glomerofirici. Per quanto riguarda i fenocristalli plagioclasici è interessante notare che essi si rinvencono secondo due classi dimensionali distinte e differenti per caratteri strutturali: quelli di maggiore dimensioni (probabilmente xenocristalli) sono costantemente e fittamente fratturati secondo piani circa ortogonali a (010) e talora presentano una debole disorientazione ottica delle varie parti; tali caratteri sono totalmente assenti nei microfenocristalli della classe dimensionale inferiore. La massa fondamentale è costituita da

un aggregato microcristallino a struttura panxenomorfa di plagioclasio e subordinati femiei (pirosseno e/o olivina otticamente non determinabili) (fig. 7). Immersi nella massa di fondo si rinvencono dei minuscoli aggregati polieristallini, intorno a cui si ha la tendenza all'orientazione a vortice dei microliti feldspatici, che sembrano avere lo stesso significato dei glomerofiri. Caratteristica di questa roccia è l'estremamente basso indice di colore, la presenza di plaghe xenomorfe di probabile composizione alcali-feldspatica, nonché la presenza fra i minerali accessori di scarsa flogopite ed abbondante apatite bruna.

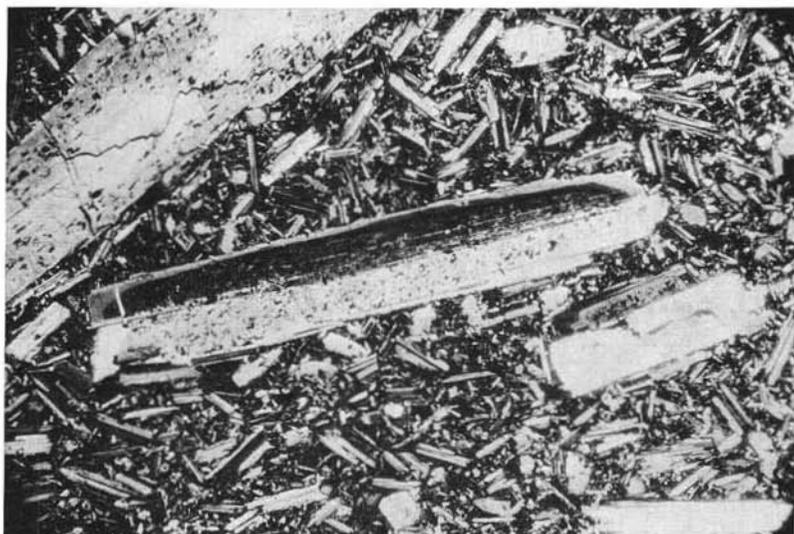


Fig. 8. — Mugearite porfirica - Fenoeristallo zonato di plagioclasio con inclusioni perititiche (Niols nrociati, 33 ingr.).

I minerali.

Fra le fasi leucocratiche presenti nelle lave qui considerate il *plagioclasio* è quella più ampiamente diffusa; esso è presente costantemente sia in fenoeristalli o microfenoeristalli che in microliti e pur avendo costante carattere di alta temperatura, presenta una certa variabilità composizionale a seconda dei termini più o meno differenziati di vulcaniti in cui si rinviene.

I fenocristalli di plagioclasio sono idiomorfi ad abito tozzo e talora fratturati, presentano una marcata zonatura di tipo normale o ritmico normale, e geminazione secondo le leggi dell'albite, albitekarlsbad e più raramente del periclino; talora mostrano inclusioni peclitiche delle altre fasi minerali presenti (fig. 8). Per quanto riguarda i microliti si rileva che essi presentano zonatura molto meno marcata dei fenocristalli, geminazione solitamente di tipo albite limitata ad un basso numero di lamelle. Nella Tabella 1 vengono riportate le composizioni dominanti dei plagioclasii dei diversi tipi di lave, dedotte in base ai caratteri ottici.

TABELLA 1 (4).

	Fenoxx		Microxx
	N % An	P % An	N % An
Tefriti fonolitiche	80-55	45-25	40-20
Mugeariti e Quarzo-mugeariti	50-45	30-20	25-20
Latite ed Alkali-trachite	28	20	< 20

Per indagare sulla composizione mineralogica della mesostasi microcristallina delle lave qui considerate, che costituisce specie nelle mugeariti afanitiche, nella latite e nell'alcali-trachite una porzione considerevole sino a dominante della roccia, si è proceduto allo studio diffrattometrico. L'esame roentgenografico ha messo in evidenza la presenza entro la mesostasi microcristallina delle lave qui studiate di una o più fasi alcali-feldspatiche rilevate in base agli sdoppiamenti dei riflessi ($20\bar{1}$) e di fasi feldspatoidiche di tipo nefelinico più o meno potassiche deducibili dalla presenza di riflessi nella zona angolare 2θ $Cu_{K\alpha}$ intorno a 21.25° , riferibili al riflesso ($11\bar{2}1$) o (0002) nella nefelina.

Essendo tale fase certamente confinata nella massa fondamentale microcristallina è risultato impossibile la sua separazione e quindi

(4) Le determinazioni sono state eseguite prevalentemente secondo il metodo ed i diagrammi di FRANZINI (1965) su geminati albitekarlsbad, e di RITTMANN (1929) su geminati albite utilizzando per l'angolo di estinzione $\alpha' \circ (010) \perp [100]$, le curve di BURRI, PARKER e WENK (1967). N = nucleo; P = periferia.

determinazione del contenuto in $KAlSiO_4$ in soluzione solida in base alla posizione dei riflessi (2022) o (2130) secondo quanto proposto da HAMILTON e MACKENZIE (1960). Tali riflessi infatti nei diffrattogrammi della polvere totale sono ampiamente mascherati da quelli notevolmente intensi relativi al plagioclasio ed al pirosseno. In particolare si è notato che nelle rocce considerate è costantemente presente oltre al plagioclasio, che contiene mediamente quantità molto scarse di K-feldspato in soluzione solida (cfr. Tabella 2), almeno una fase feldspatica alcalina a variabile contenuto in K-feldspato. Un cenno particolare meritano i risultati ottenuti per una quarzo-mugearite (campione 138) e per l'alcali-trachite. Nel primo caso l'esame roentgenografico ha denunciato la presenza di una sola fase feldspatica con mediamente circa l'8% di K-feldspato in soluzione solida (⁵), tale fase (certamente non identificabile con i microfenocristalli plagioclasici presenti nella lava) costituisce la stragrande maggioranza della mesostasi micro-crip-tocristallina. Questa fase è probabilmente il risultato di una cristallizzazione avvenuta in condizioni ambientali di pressione e temperatura tali da consentire l'elevato valore della solubilità del K-feldspato nel plagioclasio. Un analogo fenomeno sembrerebbe essersi verificato per l'alcali-trachite sebbene per quest'ultima bisogna aggiungere che esso non si è protratto sino alla completa cristallizzazione della mesostasi dal momento che in essa è presente anche una fase alcali-feldspatica con circa il 49% in media di K-feldspato in soluzione solida.

I minerali femici sono rappresentati nelle rocce esaminate da pirosseno, olivina e magnetite e con carattere di sporadicità da anfibolo, biotite e flogopite.

Il *pirosseno* è presente sia in fenocristalli che in microliti. I fenocristalli mostrano una discreta variabilità dei caratteri ottici da campione a campione pur non essendo tale variabilità apparentemente legata a un qualche carattere peculiare della roccia in cui si rinviene. I valori più frequenti dei parametri ottici ($c \wedge \gamma = 41^\circ-44^\circ$; $2V_\gamma = 54^\circ-58^\circ$) sembrano indicare trattarsi genericamente di termini augitici anche se con una certa probabile variabilità dei caratteri cristallografici. L'augite in fenocristalli presenta colore variabile su toni bruni più o meno pallidi, è costantemente idiomorfa con abito prismatico tozzo e

(⁵) I dati quantitativi sul contenuto in Or sia nel plagioclasio che nella fase alcali-feldspatica sono puramente indicativi (KUELLMER, 1959).

TABELLA 2. — *Contenuto in Or nel plagioclasio e nelle fasi alcali-feldspatiche* ^(*).

N°	$2 \theta_{CuK\alpha}$	% Or	$2 \theta_{CuK\alpha}$	% Or	
65	21.92	8	21.45	49.0	COMPLESSO BELVEDERE
77	21.98	2.5	21.62-21.66	36.0-32.0	
78	21.95	5.5	21.70	28.5	
79	21.94	6.0	21.39-21.63	55.0-35.0	
81	21.96	4.0	21.73	25.5	
82	21.96	4.0	21.35-21.81	56.0-17.5	
99	21.99	2.0	21.73	25.5	
100	21.98	2.5	21.65	33.0	
135	21.98	2.5	21.66-21.80	32.0-19.0	
136	21.98	2.5	21.68	35.0	
137	22.00	1.0	21.58	39.5	
138	21.92	8.0	—	—	
<hr/>					
117	21.96	4	21.45-21.74	50.0-25.0	CENTRO DELLA SERA GIANNICOLA PICCOLA
119	22.00	1	21.56-21.82	41.0-18.0	
121	22.00	1	21.60	37.5	
122	22.00	1	21.77	22.0	
124	22.00	1	—	—	
125	22.00	1	21.58	39.5	
126	22.00	1	21.55	42.0	
<hr/>					
84	21.96	4	21.58	39.5	MONGIBELLO
87	21.96	4	21.50-21.70	45.5-28.5	
90	21.99	2	21.48	46.0	
95	21.99	2	21.67	31.0	
96	22.05	—	21.65	33.0	
103	22.00	1	21.65	33.0	
105	22.01	—	21.56-21.67	41.0-31.0	
115	21.98	2.5	21.61	36.5	
127	22.00	1	21.56	41.0	
128	22.00	1	21.67	31.0	
131	21.98	2.5	21.67	31.0	
132	22.02	—	21.62	36.0	

(*) Le percentuali in Or sono state ricavate utilizzando i diagrammi di CAR-MICHAEL e MACKENZIE (1964) e di TUTTLE e BOWEN (1958).

talora geminata secondo (100). E' interessante notare che le dimensioni e la frequenza con cui i fenocristalli di augite si rinvencono nelle rocce qui studiate tendano a diminuire al procedere del grado di differenziazione delle lave ospiti sino a divenire di dimensioni alquanto piccole, poco abbondanti e quasi assenti nelle mugeariti afanitiche nella latite e nell'alcali-trachite. Per quanto riguarda i microliti i cui caratteri ottici non sono definibili a causa delle dimensioni estremamente minute è da segnalare il loro abito allungato secondo z e la loro notevole decolorazione.

L'*olivina* è anche essa presente in fenocristalli ed in microliti otticamente non definibili; i caratteri ottici dei fenocristalli ($2V_{\alpha} = 80^{\circ}$ - 90°) indicano trattarsi di termini crisolitici sino ad ialosideritici ($\% Fa = 12-25$; TROEGER, 1959). In genere essa si presenta in granuli con aspetto tondeggiante e spesso è attraversata da fratture irregolari; solitamente molto fresca talora risulta trasformata lungo le fratture e i contorni cristallini in prodotti di tipo iddingsitico. Analogamente a quanto visto per il pirosseno anche la frequenza dell'*olivina* tende a diminuire al procedere del grado di differenziazione, verso termini più ricchi in silice, delle lave ospiti.

La *magnetite*, che è l'unico minerale opaco primario, si rinviene sia in fenocristalli che in minute granulazioni disperse nella mesostasi microcristallina; è da segnalare che nelle lave più ossidate si rinvencono anche delle lamelle di *ematite* semitrasparenti e di color rosso bruno.

I minerali accessori sono: l'anfibolo, l'apatite, la biotite e la flo-gopite.

L'*anfibolo* è stato rinvenuto esclusivamente e con carattere di spadicità nell'alcali-trachite; esso è presente in microfenocristalli quasi completamente trasformati in prodotti opacitici di reazione; i nuclei non trasformati presentano colorazione bruna molto intensa con pleocroismo secondo il seguente schema:

α = giallo paglierino quasi incolore; $\beta \simeq \gamma$ = marrone bruciato.

In base alle notevoli analogie con gli anfiboli rinvenuti nelle lave del Complesso di Vavalaci (LO GIUDICE, 1970) si può ritenere trattarsi di un termine kaersutitico.

L'*apatite* è il minerale accessorio costantemente presente nelle lave qui studiate; essa si ritrova sia nella varietà incolore che in quella colorata su toni bruni più o meno intensi (fig. 9). E' da rilevare però

che le varietà brune sono notevolmente più diffuse nei termini più acidi delle rocce qui esaminate ed assumono una distribuzione relativamente abbondante nell'alcali-trachite.

Flogopite e *biotite* (α = giallo pallido, γ = bruno chiaro) infine si rinvencono solo nei termini più differenziati (in alcune mugeariti afanitiche, nella latite e nell'alcali-trachite).

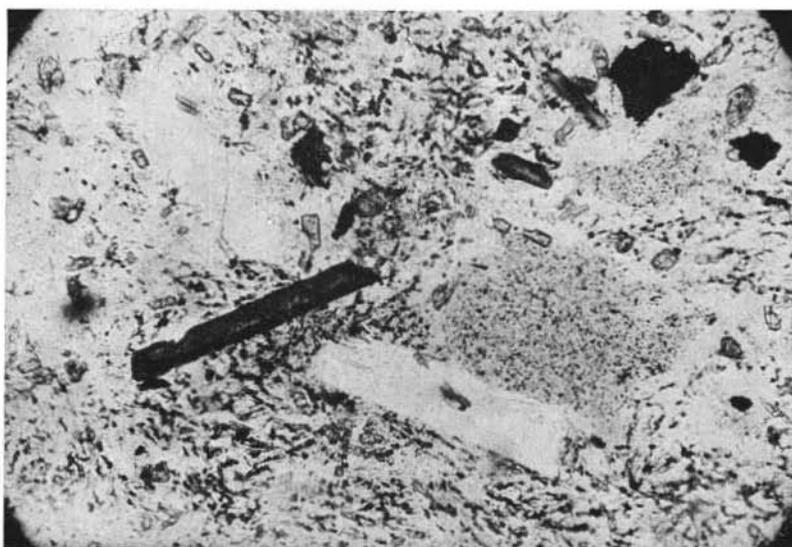


Fig. 9. — Alcali-trachite - Microfenocristalli di apatite bruna (solo polarizzatore, 110 ingr.).

Detti minerali si ritrovano solitamente entro minuscole bolle delle rocce e pertanto sembrano rappresentare dei prodotti di cristallizzazione tardiva.

Sebbene le rocce qui considerate siano complessivamente fresche, quelle della Serra Giannicola Piccola presentano talora un elevato tenore in H_2O^+ (cfr. chimismo). Questo fatto trova riscontro nella presenza di minerali *cloritico-serpentinosi* e di *calcite* nelle lave ad alto tenore in H_2O^+ (in realtà H_2O+CO_2). In particolare in esse (campioni 119, 121, 125 e 126) si nota la presenza di microliti plagioclasici leggermente argillificati e di minerali serpentinosi che presentano un ca-

rattere di non aggressività rispetto al plagioclasio mentre tendono a sostituire i microliti olivini di minori dimensioni. Sono presenti inoltre vacuoli riempiti con strutture concrezionali di tipo mammellonare in cui si è avuta la deposizione successiva di *antigorite* e/o *jenkinsite*, *clorite bruna* e *calcite*. Tutto questo indicherebbe che tali lave sono state permeate da fasi gassose chimicamente attive che hanno attaccato preferenzialmente i microliti (i fenocristalli sono infatti costantemente freschi) e che infine hanno determinato il riempimento tardivo di vacuoli preesistenti.

Considerazioni petrochimiche.

Nelle Tabelle 3 (Complesso Belvedere), 4 (Serra Giannicola Piccola) e 5 (Mongibello) sono riportate le percentuali in peso degli ossidi maggiori di 20 campioni, scelti in modo da rappresentare in maniera completa le unità vulcano-stratigrafiche considerate e lo spettro delle variazioni petrografiche delle vulcaniti studiate; nelle stesse tabelle sono rispettivamente riportati inoltre i risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati analitici con il metodo della norma C.I.P.W. (1903) e di RITTMANN (1973).

In merito alle lave del Complesso Belvedere dalla Tabella 3 si rileva la loro ampia variabilità di composizione chimica, particolarmente per quanto riguarda la silice (da 48% a 62% circa), gli ossidi di ferro e calcio (Fe_2O_3 tot. da 5% a 11%; CaO da 3% a 9% circa) e gli ossidi alcalini.

Si rileva inoltre che a detta variabilità dei caratteri chimici trova riscontro un'ampia variazione della composizione normativa che, confermando il carattere alcalino delle rocce considerate, indica per le stesse differenti gradi di saturazione. Si tratta di lave da più o meno sottosature in olivina e nefelina normativa a sottosature in olivina (campioni 136) sino a soprasure per la presenza di discrete quantità di quarzo normativo (campioni 79 e 138). Di un certo interesse risulta la presenza di cordierite normativa nel campione 79 derivante dal relativamente elevato contenuto in Al_2O_3 rispetto agli ossidi alcalini e di calcio.

Constatato che tale eccesso di Al_2O_3 non trova riscontro nè in una possibile contaminazione da parte di materiale pelitico nè tantomeno in processi più o meno spinti di alterazione (si tratta di una roccia

TABELLA 3. — *Analisi chimiche delle vulcaniti del « Complesso Belvedere ».*

	MES 65	MES 76	MES 77	MES 79	MES 81	MES 103	MES 135	MES 136	MES 137	MES 138
SiO ₂	59,93	54,25	48,80	61,63	52,82	50,20	55,07	54,03	50,20	60,60
Al ₂ O ₃	16,11	17,56	18,90	16,72	18,52	16,77	17,07	15,87	16,59	16,04
Fe ₂ O ₃	5,35	5,31	4,62	3,62	6,82	5,78	5,79	5,36	5,54	5,77
FeO	0,14	2,37	3,95	1,51	1,00	4,45	1,79	3,16	4,02	0,14
MnO	0,17	0,22	0,16	0,18	0,17	0,21	0,16	0,18	0,20	0,17
MgO	2,22	2,82	4,64	1,71	3,22	4,33	2,57	3,23	3,83	1,61
CaO	2,94	5,19	8,97	3,08	7,57	6,73	5,61	6,03	7,43	4,35
Na ₂ O	7,28	6,46	4,72	5,42	5,06	5,18	5,95	5,32	5,46	5,94
K ₂ O	3,60	2,92	2,00	2,88	2,26	2,66	3,40	2,60	2,60	3,04
TiO ₂	1,30	1,68	1,48	1,38	1,50	1,95	1,55	1,95	1,95	1,50
P ₂ O ₅	0,43	0,66	0,76	0,72	0,73	0,98	0,40	0,86	1,04	0,45
H ₂ O-	0,12	0,15	0,27	0,13	0,12	0,10	0,12	0,02	0,12	0,03
P.C.	0,07	0,26	0,64	0,57	0,25	0,50	1,10	0,90	1,02	0,10
Totale	99,66	99,85	99,91	99,67	100,04	99,84	100,58	99,51	100,00	99,74
Fe ₂ O ₃ tot.	5,51	7,94	9,01	5,43	7,93	10,73	7,78	8,87	10,01	5,93

NORMA C.I.P.W.

Q	—	—	—	13,57	—	—	—	0,41	—	6,84
or	20,62	16,91	11,38	16,83	13,13	15,22	19,65	15,25	14,71	17,87
ab	62,69	45,81	29,95	47,22	44,05	36,55	44,34	46,83	35,70	52,00
an	0,81	10,09	24,93	10,31	20,79	14,67	9,82	11,44	13,08	7,85
ne	0,41	2,73	7,39	—	0,14	4,28	4,02	—	6,13	—
hy	—	—	—	5,70	—	—	—	4,63	—	2,57
di	7,33	11,72	13,82	—	10,67	12,50	14,73	12,53	16,89	5,69
ol	2,85	5,45	4,54	—	4,24	6,72	0,89	—	3,34	—
ap	0,88	1,16	1,49	1,49	1,51	1,77	0,89	1,77	2,04	1,15
il	0,54	2,86	2,57	2,44	2,19	3,40	2,73	3,40	3,41	0,54
mt	—	2,04	—	0,81	—	—	0,95	2,99	4,63	—
hm	2,24	1,23	3,93	1,09	2,87	4,89	1,98	0,75	0,07	2,44
pf	1,63	—	—	—	0,41	—	—	—	—	—
tn	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,05
eo	—	—	—	0,54	—	—	—	—	—	—

(segue Tab. 3)

	MES 65	MES 76	MES 77	MES 79	MES 81	MES 103	MES 135	MES 136	MES 137	MES 138
NORMA DI RITTMANN (1973) - (% in volume)										
Quarzo	—	—	—	9,76	—	—	—	—	—	4,84
Sanidino	82,88	20,66	11,30	19,59	14,86	21,40	31,27	18,61	21,20	10,87
Plagioclasio	—	53,42	54,66	58,04	63,20	46,50	43,06	60,13	43,12	69,83
Nefelina	3,10	7,71	8,99	—	2,63	7,34	6,30	—	9,35	—
Pirosseno	10,07	9,62	12,87	6,26	9,87	10,82	13,30	1,57	15,03	11,40
Olivina	1,99	4,32	7,60	—	5,12	8,16	2,71	4,75	5,76	—
Magnetite	1,11	1,57	1,53	0,73	1,35	1,95	1,51	1,54	1,84	1,05
Ilmenite	—	1,33	1,42	1,48	1,43	1,73	1,01	1,58	1,47	1,08
Apatite	0,82	1,34	1,60	1,42	1,50	2,06	0,81	1,79	2,19	0,90
Cordierite	—	—	—	2,68	—	—	—	—	—	—
I.C.	13,99	18,18	25,02	9,89	19,27	24,72	19,34	21,23	26,29	14,43
Q.	—	—	—	11,17	—	—	—	—	—	5,67
A.	96,38	25,26	15,08	22,42	18,42	28,44	38,78	23,64	28,78	12,71
P.	—	65,31	72,92	66,41	78,31	61,80	53,40	76,36	58,52	81,63
F.	3,62	9,43	12,00	—	3,27	9,76	7,82	—	12,70	—
MES 65 - Alkali-trachite										
MES 76 - Mugarite										
MES 77 - Tefrite fonolitica → Olivin-mugarite (diceo)										
MES 79 - Quarzo-mugarite										
MES 81 - Olivin-mugarite (diceo)										
MES 103 - Olivin-mugarite										
MES 135 - Latite										
MES 136 - Mugarite										
MES 137 - Tefrite fonolitica										
MES 138 - Quarzo-mugarite										

assolutamente fresca) che porterebbero alla mobilizzazione degli alcali, si ritiene che detta mobilizzazione sia connessa a processi inerenti alla formazione della lava stessa e pertanto legata a fenomeni di trasporto

(segue Tab. *a*)

	MES 117	MES 119	MES 121	MES 122	MES 124	MES 125	MES 126
NORMA DI RITTMANN (1973) - (% in volume)							
Sanidino	17,79	15,86	11,18	14,80	10,41	11,08	15,05
Plagioclasio	49,89	59,47	65,73	41,00	55,61	62,68	56,57
Nefelina	8,85	6,16	0,24	17,09	6,04	5,53	1,87
Pirosseno	11,41	6,91	9,25	18,66	15,83	12,06	14,40
Olivina	6,79	7,33	8,94	3,50	7,59	4,09	7,64
Magnetite	1,75	1,42	1,48	2,02	1,66	1,32	1,39
Ilmenite	1,62	1,19	1,72	1,12	1,71	1,80	1,52
Apatite	1,87	1,61	1,42	1,77	1,11	1,40	1,53
I.C.	23,44	18,46	22,81	27,07	27,90	20,67	26,48
A.	23,25	19,46	14,49	20,30	14,45	13,98	20,49
P.	65,19	72,97	85,19	56,25	77,16	79,04	76,96
F.	11,56	7,57	0,31	23,45	8,39	6,98	2,55

MES 117 - Tefrite fonolitica → Olivin-mugearite

MES 119 - Olivin-mugearite (dicco N-S)

MES 121 - Olivin-mugearite (dicco N-S)

MES 122 - Tefrite fonolitica (dicco E-W)

MES 124 - Olivin-mugearite (dicco N-S)

MES 125 - Mugearite

MES 126 - Olivin-mugearite (dicco N-S)

gassoso con sottrazione di alcali. Questo fatto d'altra parte risulta concomitante ai processi di differenziazione che saranno discussi più avanti.

E' infine il caso di sottolineare la presenza nella norma RITTMANN (1973) di una sola fase feldspatica di tipo alcalino nel campione 65 che fa classificare tale vulcanite come alcali-trachite. L'apparente contraddizione esistente fra i risultati ottenuti mediante la norma RITTMANN e la composizione modale della roccia stessa, rilevabile con lo studio petrografico (sono certamente presenti sia una fase plagiocla-

sica che una fase alcali-feldspatica), può essere spiegata tenendo conto che nella norma RITTMANN la composizione delle fasi feldspatiche coesistenti viene necessariamente calcolata in base ad una curva di equilibrio fissa (900°) mentre per questa lava la temperatura di cristallizzazione doveva presumibilmente essere alquanto inferiore.

TABELLA 5. — *Analisi chimiche delle vulcaniti del « Mongibello ».*

	MES 87	MES 105	MES 115
SiO ₂	48,27	48,08	48,70
Al ₂ O ₃	16,31	17,71	18,53
Fe ₂ O ₃	9,45	7,58	5,95
FeO	1,72	2,58	3,66
MnO	0,17	0,18	0,19
MgO	6,20	4,64	3,63
CaO	9,98	9,53	9,81
Na ₂ O	4,20	4,76	4,00
K ₂ O	1,70	2,06	1,90
TiO ₂	1,58	1,43	1,78
P ₂ O ₅	0,61	0,66	0,65
H ₂ O ⁻	—	—	0,25
P.C.	0,19	0,28	0,65
Totale	100,38	99,49	99,70
Fe ₂ O ₃ tot.	11,36	10,44	10,01

NORMA C.I.P.W.

or	9,66	11,48	10,95
ab	26,58	26,09	30,80
an	19,87	20,49	26,56
ne	4,97	7,99	2,40
ly	—	—	—
di	24,43	22,41	17,80
ol	6,31	3,35	2,53
ap	1,14	1,16	1,16
il	2,68	2,46	3,15
mt	0,80	2,73	4,24
hm	3,56	1,84	0,41

(segue Tab. 5)

	MES 87	MES 105	MES 115
NORMA DI RITTMANN (1973) - (% in volume)			
Sanidino	10,10	13,06	10,42
Pagioclasio	46,30	44,92	58,90
Nefelina	8,06	11,54	5,00
Pirosseno	21,88	19,17	15,25
Olivina	9,19	6,79	5,75
Magnetite	1,86	1,87	1,55
Ilmenite	1,26	1,20	1,71
Apatite	1,31	1,41	1,38
I.C.	35,50	30,44	25,64
A.	15,67	18,80	14,03
P.	71,82	64,60	79,23
F.	12,51	16,60	6,74
MES 87 - Tefrite fonolitica			
MES 105 - Tefrite fonolitica			
MES 115 - Olivin-mugearite			

Per quanto riguarda le lave del centro eruttivo della Serra Gianicola Piccola, dalla Tabella 4 si può rilevare la loro complessiva poco accentuata variabilità del chimismo, il loro discreto carattere alcalino e la più o meno spiccata sottosaturazione, testimoniata dalla presenza di quantità variabili di olivina e nefelina normativa, quest'ultima fra l'altro identificabile per via roentgenografica (cfr. dati petrografici). Da tali lineamenti generali si discostano pur tuttavia due lave (campioni 122 e 126) che, pur presentando un analogo tenore in SiO_2 e K_2O , hanno rispettivamente il massimo o quasi il minimo contenuto in alcali e il massimo ed il minimo contenuto in Na_2O . Questo fatto sembra indicare per le due lave soprammenzionate condizioni di frazionamento interno di tipo differente.

Dalla Tabella 5 si rileva infine che le vulcaniti di copertura, qui riferite all'attività del Mongibello, presentano caratteri petrochimici

complessivamente abbastanza uniformi sia per quanto concerne il loro carattere alcalino che per il loro grado di sottosaturazione (fig. 10).

Dalla stessa figura 10 si può notare che complessivamente le vulcaniti in argomento si inseriscono molto bene nel campo dei prodotti del Mongibello sinora noti (cfr. anche fig. 14).

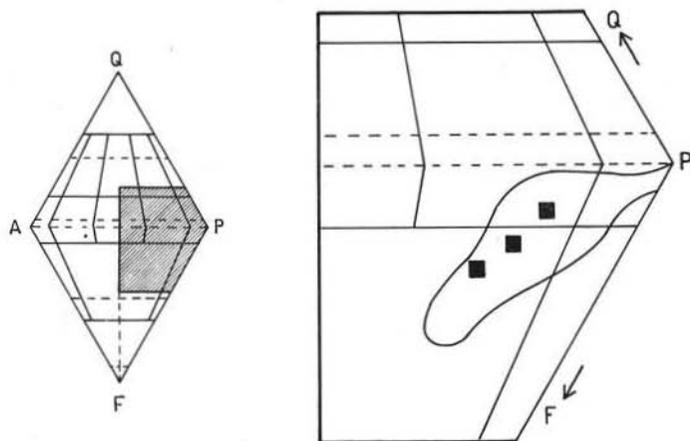


Fig. 10. — Nel doppio triangolo classificatore di STRECKEISEN (1967) vengono indicati i punti rappresentativi delle vulcaniti del Mongibello qui considerate. Si nota che esse si inseriscono bene nel campo dei prodotti sicuramente attribuibili al Mongibello.

Dai diagrammi di variazione degli ossidi alcalini, considerati sia singolarmente che globalmente, in funzione del contenuto in SiO_2 (fig. 11), si rileva che, mentre per i prodotti del Mongibello e della Serra Giannicola Piccola in particolare esiste una più o meno ampia dispersione del contenuto in alcali, in un intervallo abbastanza limitato dei valori di SiO_2 , per le vulcaniti del Complesso Belvedere si ha un'ampia variazione del contenuto in alcali correlabile con l'incremento del tenore in SiO_2 . In particolare per queste ultime appaiono evidenti due tendenze di variazione distinte che al procedere verso termini più ricchi in silice mostrano crescenti tenori in alcali. Tali tendenze, determinate da differenti incrementi del contenuto in alcali collegati a diverse modalità di differenziazione, risultano rispettivamente definite da quelle vulcaniti che restano costantemente sottosature al

risultare molto netta per i prodotti della Serra Giannicola Piccola e più graduale e sfumata per le vulcaniti del Complesso Belvedere, è costantemente più marcata per gli ossidi di calcio e ferro mentre risulta com-

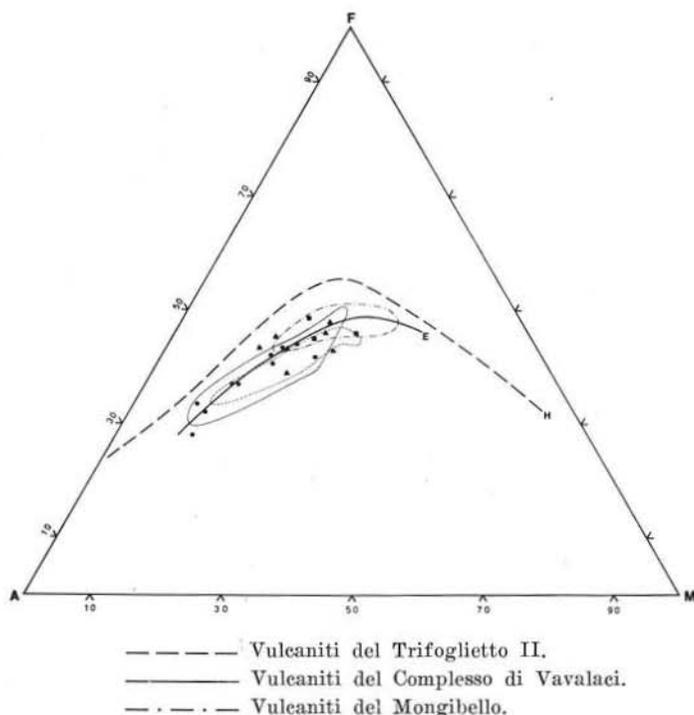


Fig. 13. — Nel diagramma A-F-M sono proiettati i punti rappresentativi delle vulcaniti studiate (per i simboli vedi fig. 11). Sono inoltre indicate le linee evolutive dei prodotti alcalini delle Hawaii-H (MACDONALD & KATSURA, 1964) e dell'Etna-E (ROMANO & VILLARI, 1973, modificato) nonchè i campi di distribuzione delle vulcaniti del Trifoglietto II, del Complesso di Vavalaci e del Mongibello.

piessivamente meno sensibile, ma percentualmente più elevata, per MgO. Dette variazioni sono da collegare con fenomeni di differenziazione per cristallizzazione frazionata di plagioclasio basico e di fasi femiche (olivina, pirosseno e magnetite).

Nelle figure 13 e 14 sono indicati i punti rappresentativi delle vulcaniti studiate nei diagrammi A-F-M e Na-K-Ca; in figura 13 sono inol-

tre riportate le linee evolutive dei prodotti della serie alcalina di Hawaii (MACDONALD & KATSURA, 1964) e quella ricavabile in base alle medie delle vulcaniti etnee (ROMANO & VILLARI, 1973, modificato).

Dalla figura 13 emerge che le vulcaniti qui studiate si inquadrano complessivamente nella serie evolutiva riconosciuta per l'Etna, discostandosi dagli equivalenti termini Hawaiiani per il costantemente minore contenuto in ferro. Si rileva ancora che i prodotti esaminati comprendono sostanzialmente termini da mediamente a notevolmente differenziati della serie alcali-basalti \rightarrow trachiti. Detta differenziazione in

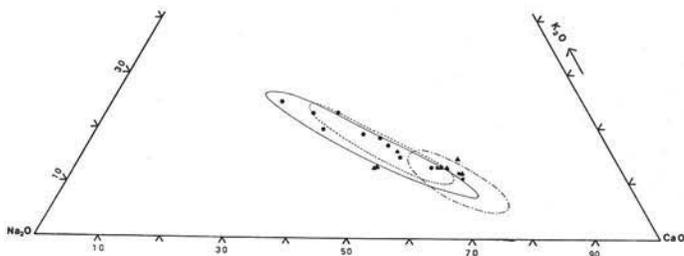


Fig. 14. — Distribuzione dei punti rappresentativi delle vulcaniti studiate nel diagramma $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$. Per i simboli vedi figg. 11 e 13.

particolare risulta relativamente limitata e poco spinta per i prodotti della Serra Giannicola Piccola e del Mongibello mentre appare ampia sino a pervenire ai termini più evoluti per le vulcaniti del Complesso Belvedere che nella loro evoluzione mantengono un rapporto $\text{Fe}/\text{Fe}+\text{Mg}$ circa costante.

Dalla figura 14 è ulteriormente rilevabile il diverso grado di differenziazione, appena visto, per le vulcaniti del Mongibello della Serra Giannicola Piccola e del Complesso Belvedere. È interessante notare il valore relativamente costante del rapporto $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ al procedere dell'impovertimento in CaO . Questo fatto indica che al procedere della differenziazione (in particolare per quanto concerne le lave del Complesso Belvedere) non si verifica l'arricchimento preferenziale di uno dei due ossidi alcalini. Ciò conduce, in accordo con le osservazioni petrografiche, ad un graduale evolversi della composizione del plagioclasio verso termini più acidi, mentre il contenuto in feldspati

alcalini e di *Or* nel « Sanidino » (cfr. norma) risulta determinato solo dai rapporti interni ai feldspati e dalle condizioni termodinamiche di cristallizzazione.

Nella figura 15 è indicata la posizione delle vulcaniti in esame nel doppio triangolo classificatore Q-A-P-F di STRECKEISEN (1967) dedotta dalla elaborazione dei dati chimici mediante il calcolo della norma

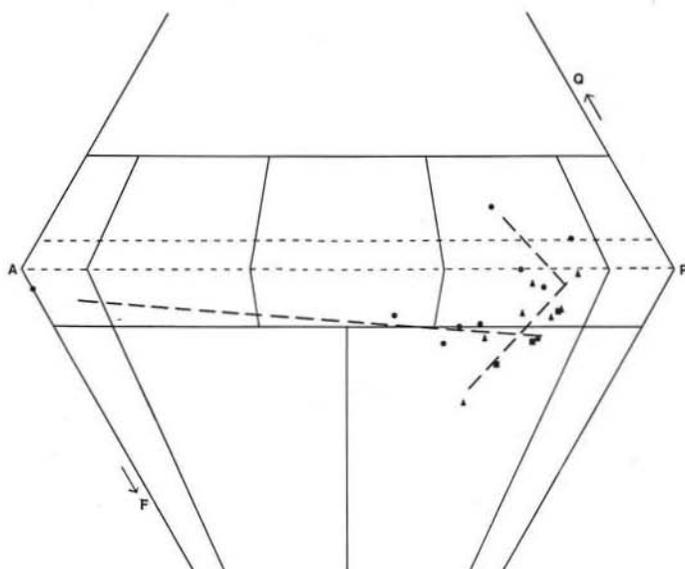


Fig. 15. — Distribuzione dei punti rappresentativi delle vulcaniti studiate nel doppio triangolo classificatore di STRECKEISEN (1967). Sono indicate le linee evolutive della serie quarzo-mugearitica ed alcali-trachitica (Complesso Belvedere) e della serie tefritica (Centro eruttivo della Serra Giannicola Piccola). Per i simboli vedi fig. 11.

RITTMANN (1973). Da detta figura si rileva che per le vulcaniti della Serra Giannicola Piccola (e del Mongibello) si ha una chiara evoluzione da tipi mugearitici verso termini più sottosaturi (tefriti fonolitiche) e che per le vulcaniti del Complesso Belvedere vengono confermate le due tendenze evolutive soprasatura e a sottosaturazione costante viste in precedenza. Queste tendenze si realizzano attraverso termini che evolvono rispettivamente da mugeariti a quarzo-mugeariti e da mu-

geariti a termini latitici (campione 135) ed alcali-trachitici. Da quanto detto risulta pertanto che le sequenze evolutive osservate sembrano dipartirsi da magmi già differenziati (di tipo mugearitico) della serie degli alcali-basalti. Tali tendenze evolutive d'altronde sono già state riconosciute nell'Etna ed indicate da diversi autori quali tipiche di questo vulcano (STURIALE, 1968; ROMANO, 1970; LO GIUDICE, 1971) anche se non si erano sinora riscontrati termini estremamente evoluti (latiti ed alcali-trachiti) per quanto riguarda la tendenza a sottosaturazione costante.

Queste osservazioni, unitamente a quanto si è avuto modo di constatare mediante i diagrammi di variazione di cui alle figure 11 e 12, pongono il problema dell'interpretazione di queste serie evolutive nell'ambito dei noti schemi di differenziazione magmatica. Per quanto concerne la serie evolvente verso termini alcali-trachitici (Complesso Belvedere), considerato il graduale abbassarsi dell'indice di colore e del contenuto in anortite del plagioclasio, si ritiene che essa possa essere spiegata, a partire da magmi mugearitici o termini intermedi, mediante processi di cristallizzazione frazionata con segregazione di fasi femiche e plagioclasiche. Quanto detto è deducibile fra l'altro dai diagrammi (figg. 13 e 14) ed è comprovato dalla costante presenza di aggregati glomerofirici delle fasi soprammenzionate. Si ritiene tuttavia che a tale processo si accompagni un leggero asporto di alcali (Lo GIUDICE, 1971) che mitiga il conseguente arricchimento passivo degli elementi alcalini.

In modo analogo si ritiene che la tendenza sopraturazione (quarzo-mugearitica) osservata nelle vulcaniti del Complesso Belvedere sia parimenti giustificabile attraverso gli stessi processi di cristallizzazione frazionata accompagnata da perdita di alcali; questa perdita in elementi alcalini sembra assumere un ruolo determinante per lo sviluppo di questa sequenza: ciò oltre a risultare da ovvie considerazioni termodinamiche (cfr. diagramma Kp, Ne, SiO₂) risulta comprovato dal minor contenuto in alcali mostrato dai prodotti di questa serie rispetto a quelli della serie alcali-trachitica (cfr. fig. 11). Il processo di frazionamento qui invocato risulta quindi in perfetto accordo con i dati petrochimici delle lave considerate ed in particolare per la lava di cui al campione 79 sembra che esso si sia sviluppato in misura notevole e tale da condurre, come si è accennato prima, alla comparsa di cordierite normativa.

Infine per quanto riguarda la tendenza tefritica presente nelle vulcaniti della Serra Giannicola Piccola e del Mongibello si ritiene anche in base ai loro caratteri petrografici (si tratta dei termini a relativamente elevato indice di colore e plagioclasio più anortitico) che esse possono originarsi da olivin-mugeariti attraverso dominanti processi di arricchimento in alcali per trasporto gassoso: ciò porterebbe conseguentemente ad un'ulteriore sottosaturazione con crescenti quantità di nefelina (ROMANO & STURIALE, 1973).

Conclusioni.

Nell'ambito dei prodotti del Post-trifoglietto (KLERKX, 1968), in cui era già stato individuato un complesso di vulcaniti certamente anteriore ai prodotti del Mongibello ed al collasso calderico della Valle del Bove (Complesso di Vavalaci; LO GIUDICE, 1970), si sono riconosciute altre due unità vulcano-stratigrafiche: il *Complesso Belvedere* ed il *Centro eruttivo della Serra Giannicola Piccola*. Di queste unità la prima (Complesso Belvedere) sembra essere posteriore al Complesso di Vavalaci, la seconda (Serra Giannicola Piccola), non presentando relazioni dirette con il Complesso di Vavalaci, risulta di dubbia collocazione stratigrafica ma è senz'altro da considerare posteriore al Trifoglietto II (KLERKX, 1968).

L'insieme dei caratteri geologici delle due unità riscontrate indica che le lave del Complesso Belvedere, in base alla loro estensione in affioramento, sono da riferire ad un'attività eruttiva che si è mantenuta per un periodo di tempo relativamente ampio e che ha dato luogo alla formazione di banchi lavici molto potenti. Per quanto riguarda il Centro eruttivo della Serra Giannicola Piccola, la presenza in un'area limitata di un sistema di dicchi incrociantsi con direzione circa N-S ed E-W, fa ritenere che doveva trattarsi di un vulcano, di modeste dimensioni, a prevalente attività centrale. Inoltre la presenza di una breccia esplosiva, intensamente fumarolizzata, incassante i suddetti dicchi, fa supporre che si è in prossimità di un centro di emissione.

Tali unità vulcano-stratigrafiche, in base ai loro caratteri di giacitura, si evidenziano nettamente dalle sottostanti vulcaniti (Trifoglietto II) e dalla copertura lavica superiore riferibile all'attività del Mongibello.

L'esame petrografico delle lave delle unità vulcano-stratigrafiche qui riconosciute ha messo in evidenza la loro pressochè costante composizione mineralogica cui si accompagna una certa variabilità sia dei rapporti volumetrici delle fasi presenti che della composizione delle fasi stesse, in special modo per quanto concerne i feldspati.

Pur non essendo possibile operare una netta distinzione su base petrografica fra i diversi tipi di lave riscontrati, i caratteri petrochimici indicano trattarsi di termini più o meno differenziati comprendenti tipi *mugearitici*, *tefritico-fonolitici*, *latitici*, *alcali-trachitici* e *quarzo-mugearitici*.

E' importante sottolineare a questo punto che le vulcaniti qui studiate complessivamente si inseriscono bene nel quadro delle variazioni petrochimiche delle lave dell'Etna; si rileva però una più o meno accentuata diversità dei caratteri petrochimici peculiari di queste vulcaniti rispetto a quelle riferibili alle altre unità vulcano-stratigrafiche sinora riconosciute (cfr. figg. 13 e 14).

In particolare per le lave del Complesso Belvedere le figure 13 e 14 mettono in evidenza che esse sono chiaramente distinguibili dai prodotti del Mongibello, in base al loro netto e notevole grado di differenziazione, e che presentano forti analogie con i prodotti sia del Trifoglio II che del Complesso di Vavalaci. Si può tuttavia notare che le vulcaniti del Complesso Belvedere tendono ad essere più differenziate rispetto a quelle delle unità pre-Mongibello, e che nei termini meno evoluti se ne distinguono per il minore contenuto in ferro e magnesio. Ciò risulta inoltre dalla presenza fra i prodotti del Complesso di Vavalaci e del Trifoglio II, di lave definibili come alcali-andesiti (STRECKEISEN, 1967) o hawaiiiti (RITTMANN, 1973) e tefriti-fonolitiche.

Per quanto riguarda le vulcaniti della Serra Giannicola Piccola si è rilevato che esse sono costantemente sottosature e presentano una limitata variabilità petrochimica. Rispetto alle lave del Complesso Belvedere le vulcaniti della Serra Giannicola Piccola, che mostrano una evoluzione da mugeariti a tefriti-fonolitiche, sono meno differenziate. E' interessante notare che queste lave pur presentando un'ampia sovrapposizione di caratteri con i prodotti del Mongibello tendono a distinguersi da quest'ultimi per il più elevato tenore in alcali presente nei termini più sottosaturi, mentre le mugeariti risultano sostanzialmente analoghe ai corrispondenti termini sia del Mongibello che del Complesso di Vavalaci e del Trifoglio II (figg. 13 e 14).

Lo studio petrochimico delle vulcaniti in esame ha messo in evidenza per le stesse la presenza delle seguenti tre tendenze evolutive:

- a) Mugeariti → Latiti → Alkali-trachiti;
- b) Mugeariti → Quarzo-mugeariti;
- c) Olivin-mugeariti → Tefriti-fonolitiche.

Le prime due tendenze si riscontrano nelle lave del Complesso Belvedere mentre la terza è presente nei prodotti della Serra Giannicola Piccola. In base alle notevoli analogie chimico-petrografiche esistenti fra le lave del Complesso di Vavalaci e quelle del Complesso Belvedere le due tendenze in esso riscontrate possono essere spiegate attraverso processi di cristallizzazione frazionata accompagnata da un variabile asporto di alcali che assume un ruolo determinante nella tendenza quarzo-mugearitica.

Di notevole interesse risulta a questo punto l'osservazione che le lave del Complesso Belvedere riferibili alle due sequenze evolutive sopra ricordate si ritrovano variamente sovrapposte le une alle altre nella stessa area della Valle del Bove. In particolare i termini più differenziati della serie quarzo-mugearitica si ritrovano nelle parti stratigraficamente inferiori mentre gli stessi termini della serie trachitica si ritrovano nei livelli più elevati. Questi fatti fanno ritenere che probabilmente le manifestazioni eruttive che hanno portato alla costituzione del Complesso Belvedere possono essere correlate a diversi episodi collegati con l'attività di uno stesso centro o siano da mettere in relazione all'attività di centri distinti ed attivi nel medesimo intervallo di tempo. In entrambi i casi comunque le zone epicrustali di provenienza dei magmi dovevano essere distinte e presentare differenti caratteristiche chimico-fisiche e strutturali tali da consentire, anche attraverso differenti meccanismi eruttivi, lo sviluppo delle due tendenze evolutive riscontrate.

Per quanto riguarda infine la terza delle tendenze evolutive sopra indicate si ritiene che essa possa trovare una possibile spiegazione in processi di differenziazione prevalentemente legati a fenomeni di trasporto gassoso che determinerebbe un certo arricchimento in alcali.

BIBLIOGRAFIA

- ATZORI P. (1966) - *La parete lavica fra Adrano e Biancavilla (M. Etna)*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, ser. VI, vol. XVIII, pp. 50-70.
- BURRI C., PARKER R. L. & WENK E. (1967) - *Die optische Orientierung der Plagioklase*. Birkhauser Verlag ed., Basel und Stuttgart, 334 pp.
- CARAPEZZA M. (1962) - *Caratteri petrochimici e litologici delle lave dell'Etna*. Acta Geol. Alpina, n. 8, pp. 181-248.
- CRISTOFOLINI R. & LO GIUDICE A. (1969) - *Le latitandesiti di un complesso intermedio tra Trifoglietto e Mongibello, affiorante tra la Valle del Bove ed Adrano-Biancavilla (Etna)*. Rend. Soc. It. Min. Petr., vol. XXV, pp. 227-261.
- CROSS Ch. W., IDDINGS J. P., PIRSSON L. V. & WASHINGTON H. S. (1903) - *Quantitative Classification of Igneous Rocks*. Chicago, Univ. Press.
- FRANZINI M. (1965) - *Sulla determinazione della composizione e dello stato termico dei plagioclasti geminati Albite-Karlsbad*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., sr. A, vol. LXXII, pp. 1-22.
- GEMMELLARO C. (1860) - *La vulcanologia dell'Etna*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., ser. II, vol. 15, pp. 27-140.
- HAMILTON D. L. & MACKENZIE W. S. (1960) - *Nepheline solid solution in the system NaAlSiO₃-KAlSiO₃-SiO₂*. Journ. Petrology, vol. 1, pp. 56-72.
- KLERKX J. (1964) - *Sur la présence de syntagmatite à l'Etna*. Ann. Soc. Géol. Belgique, t. 87, Bull. n° 1-5, pp. B147-157.
- KLERKX J. (1968) - *Etuâe géologique et pétrologique de la Valle del Bove (Etna)*. Thèse présentée pour l'obtention du grade de docteur in sciences géologiques et minéralogiques - Université de Liège.
- KUELLEMER I. F. (1959) - *X-ray intensity measurements on perthitic materials I^o Theoretical considerations*. Journ. Geology, vol. 67, pp. 649-660.
- LO GIUDICE A. (1970) - *Caratteri petrografici e petrochimici delle lave del Complesso di Vavalaci (Etna)*. Rend. Soc. It. Min. Petr., vol. XXVI (2), pp. 687-731.
- LO GIUDICE A. (1971) - *La differenziazione magmatica nelle lave del Complesso di Vavalaci (Etna)*. Per. Min., A. XL, n. 1-2, pp. 241-259.
- LYELL C. (1859) - *Les laves du Mont Etna formées sur des pentes rapides et les craters de soulèvement*. Arch. Sc., 50 pp.
- MACDONALD G. A. & KATSURA T. (1964) - *Chemical composition of Hawaiian Lavas*. Journ. Petrology, vol. 5, part 1, pp. 82-133.
- RIITMANN A. (1973) - *Structure and evolution of Mount Etna*. Phil. Trans. R. Soc. Lond., A. 274, pp. 5-16.
- RIITMANN A. (1973) - *Stable Mineral Assemblages of Igneous Rocks*. Springer-Verlag ed., Berlin-Heidelberg-New York, 250 pp.
- ROMANO R. (1970) - *Tectonic control on magmatic differentiation: an example*. Bull. Volc., vol. 34, 4, pp. 823-832.
- ROMANO R. & STURIALE C. (1973) - *Some considerations on the magma of the 1971 eruption*. Phil. Trans. R. Soc. Lond., A. 274, pp. 37-43.

- ROMANO R. e VILLARI L. (1973) - *Caratteri petrologici e magmatologici del vulcanismo ibleo*. Rend. Soc. It. Min. Petr., vol. XXIX (2), pp. 453-484.
- STRECKEISEN A. L. (1967) - *Classification and Nomenclature of Igneous Rocks*. N. Jb. Miner. Abh., vol. 107, 2 e 3, pp. 144-240.
- STURIALE C. (1967a) - *Su alcune piroclastiti del basso versante meridionale dell'Etna*. Rend. Soc. Min. It., A. XXIII, pp. 427-452.
- STURIALE C. (1967b) - *Le vulcaniti rinvenute in un pozzo trivellato presso Bronte (Etna)*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, ser. VI, vol. XIX, pp. 93-103.
- STURIALE C. (1968) - *Le formazioni eruttive submarine a Nord di Catania*. Rend. Soc. It. Min. Petr., vol. XXIV, pp. 313-346.
- STURIALE C. (1970) - *La singolare eruzione dell'Etna del 1763 (« La Montagnola »)*. Rend. Soc. It. Min. Petr., vol. XXVI, pp. 313-351.
- TANGUY J. C. (1966) - *Contribution à la pétrographie de l'Etna*. Thèse 3° cycle. Lab. Pétr. Fac. Sc. Paris.
- TRÖGER W. E. (1959) - *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden minerale*. Teil 1, Ed. Nägele U. obermiller.
- TUTTLE O. F. & BOWEN N. L. (1958) - *Origin of granite in the light of experimental studies in the system $NaAlSi_3O_8$ - $KAlSi_3O_8$ - SiO_2 - H_2O* . Mem. Geol. Soc. Amer., vol. 74, 153 pp.
- WASHINGTON H. S., AUROUSSEAU M. & KEYES M. G. (1926) - *The lavas of Etna*. Am. Journ. Sc. ser. V, vol. XII, pp. 371-408.