

**Sulle lave dell' eruzione dell' Etna del 1928.
Le variazioni della composizione chimica
durante il periodo effusivo.**

(con 3 figure nel testo)

Si è osservato che una colata lavica emessa dall'Etna in una determinata eruzione del tipo normale può non avere in tutte le sue porzioni la stessa composizione. 1)

Questo fatto ha una non lieve importanza per lo studio dei fenomeni eruttivi dell'Etna; le osservazioni sul proposito sono, però, scarse e per giunta indirette.

L. RICCIARDI 2) in uno studio, fatto con metodo invero discutibile, sostenne che i diversi strati d'una sezione qualsiasi della colata del 1669 mostrano di avere composizione uniforme. Invece, nei vari campioni di lava della medesima colata, prelevati da punti diversi e distanti, sempre secondo RICCIARDI, l'uniformità di composizione non sussisterebbe più.

Più tardi 3) l'eterogeneità della colata del 1669 ebbe indirettamente una conferma, essendosi trovato che gli elementi plagioclasici delle lave fluite all'inizio dell'eruzione differivano sensibilmente da quelli delle lave eruttate dal vulcano quando l'eruzione si avvicinava alla fine.

Le nostre conoscenze sulla eterogeneità delle lave d'una

1) S. DI FRANCO — *Ricerche petrografiche sulle lave dell'Etna*. Atti Acc. Gioenia, Catania, 1930, pag. 3.

2) L. RICCIARDI — *Sulla composizione chimica di diversi strati d'una corrente di lava eruttata dall'Etna nel 1669*. Gazz. Chimica Italiana, XII, 1882, 454.

3) F. STELLA STARRABBA — *Sul plagioclasio d'una lava dell'Etna e sulla variabilità della sua composizione*. Bull. Volcan. N.º 11-12, 1927.

medesima colata (o serie di colate coeve) dell' Etna non vanno più oltre. Sorgono, però, vari quesiti. Ed anzitutto: la difformità di composizione delle lave è un fatto normale nelle eruzioni dell' Etna? Entro quali limiti può variare la composizione delle lave d'una determinata eruzione? Vi sono delle leggi che governano queste variazioni e valgono esse per tutte le eruzioni? Le lave che, in una data eruzione, sgorgano da punti distinti della medesima squarciatura hanno composizioni diverse? 1)

L'eruzione del 1928, grazie al grande sviluppo della squarciatura ed all'assenza di energetiche manifestazioni esplosive, offrì un'occasione favorevole per lo studio dei prodotti lavici delle diverse bocche o della medesima bocca in tempi diversi. La presente nota può dare forse una prima risposta a qualcuno dei superiori quesiti.

È necessario richiamare alcune notizie relative all'eruzione dell' Etna del 1928 ed al suo apparato eruttivo 2). L'eruzione ebbe luogo lungo una generatrice del grande cono etneo, segnata in superficie dalla squarciatura eruttiva (ben visibile per i suoi effetti), fra m. 2700 e m. 1200 circa sul livello del mare, per la lunghezza di circa nove chilometri. Lungo tale squarciatura, da tre punti distinti, ebbero luogo altrettanti trabocchi lavici.

Un primo trabocco, effimero, si effettuò il giorno 2 novembre nella Valle del Leone, a circa m. 2600 sul mare.

Il secondo ebbe inizio il 3 novembre, dopo l'arresto del primo, sul declivio esterno della Serra delle Concazze, presso M. Frumento, verso i m. 2000 sul livello del mare;

1) O. DE FIORE — *Come è stato e come dovrebbe essere studiato l'Etna*, Catania, 1919, pag. 136.

2) Per quanto riguarda la cronaca dell'eruzione, mi riferisco alle relazioni contenute nei seguenti lavori:

G. IMBÒ — *Osservazioni e ricerche in relazione all'eruzione etnea 2-20 novembre 1928*. Bull. Volcan. N.º 15-18, 1928.

G. PONTE — *L'eruzione dell'Etna del novembre 1928*. Rivista di Fisica Mat. e Sc. Naturali, vol. III, Napoli, 1928, pag. 113.

F. FRIEDLAENDER — *Der Aetna-Ausbruch 1928*. Zeitschr. für Vulkan. XIII, Berlin, 1929, pag. 33.

fu più copioso del precedente ed anch'esso di breve durata.

Il terzo cominciò dopo l'arresto del secondo, nella notte fra il 4 e il 5 novembre, nel piano della Naca, a circa m. 1200 sul mare ; quest'ultimo trabocco fu tra tutti il

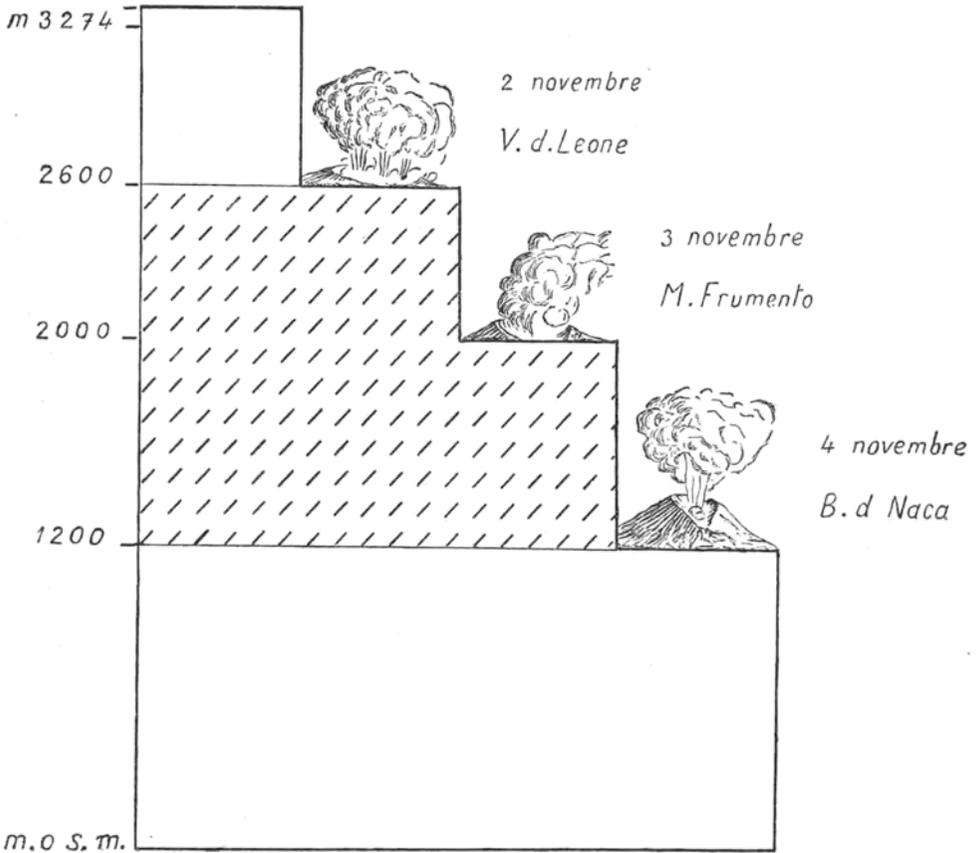


Fig. 1.

più abbondante e duraturo ; la sua estinzione segnò la fine dell'eruzione, il 20 novembre.

Lo schema della Fig. 1 mostra il succedersi dei tre trabocchi a tre differenti livelli, successivamente più bassi, sul fianco del vulcano, nei giorni 2, 3 e 4 novembre. Si vede

chiaramente che gli efflussi lavici interessarono il vulcano per circa i due terzi della sua altezza sul livello del mare, fra le quote 1200 e 2600.

Ho determinato la composizione chimica delle lave dei tre diversi trabocchi ; riguardo al secondo ed al terzo (ciascuno dei quali ebbe una durata di efflusso superiore alle 24 ore) mi sono proposto di determinare inoltre la composizione delle lave corrispondenti all' inizio ed alla fine di ciascuno efflusso.

Furono sottoposti all' analisi i seguenti campioni :

1.º Un blocco di lava scoriacea della minuscola colata della Valle del Leone, emessa dalle bocche di mezzo 1).

2.º Due blocchi della lava del 3 novembre, emessa dal tratto della squarciatura a NE della Serra Concazze e cioè :

a) un campione di lava scoriacea delle prime sbavature del magma verificatesi lungo la squarciatura, all'altezza della vetta di M. Frumento ;

b) un campione di lava d' un rigagnolo tardivo, presso M. Concazze.

Questi due campioni e il precedente vennero raccolti il 22 novembre, subito dopo la fine dell' eruzione.

3.º Due campioni di lava delle Bocche della Naca e cioè :

a) un campione raccolto sotto la cascata Santoro la mattina del 5 novembre, ossia poche ore dopo l'apertura delle nuove bocche ;

b) un campione, raccolto il 22 novembre, entro la stessa bocca effusiva superiore che avevo osservato ancora attiva il 19 novembre.

Esso appartiene, quindi, all' ultima porzione di lava, sgorgata al chiudersi dell' eruzione, solidificata entro lo stesso orifizio eruttivo.

Nel mentre venivano analizzati i suddetti esemplari, E. LENGYEL 2) pubblicava i risultati d' un'altra analisi di

1) C. HAENI — *Das Eruptionstheater im hohen Teil der Valle del Leone vom Ausbruchstag der November — Eruption des Aetna 1928.* Zeitschr. f. Vulkan. XIII, 1930.

2) E. LENGYEL — *Der Ätnausbruch im Jahre 1928 und sein Gestein.* Acta R. Universitatis Hungaricae Francisco-Josephinae. Szeged 1929.

lava etnea del 1928, eseguita da E. POLNER. Il campione studiato era stato prelevato dallo stesso LENGYEL nel dicembre 1928, dalle lave di Nunziata-Mascalì: si tratta quindi di lava della colata delle Bocche della Naca e la sua emissione rimonta al periodo di intensa attività effusiva (6-16 novembre). L'analisi di POLNER deve considerarsi come indice della composizione della lava delle Bocche della Naca, in un periodo intermedio nel corso della loro attività.

Vi è anche un'analisi di S. DI FRANCO ¹⁾ relativa alle lave del 1928; essendo priva di indicazioni sulla esatta provenienza del campione, non è possibile tenerne qui conto.

I risultati delle sei analisi utili per il nostro esame sono i seguenti:

TAVOLA I

	I		II		III	
	a	b	c	d	e	f
Si O ₂	48,93	47,56	47,95	47,14	47,05	47,53
Ti O ₂	1,90	1,86	2,11	1,83	1,99	1,77
Al ₂ O ₃	18,76	17,31	18,11	17,18	17,69	17,86
Fe ² O ₃	5,98	4,52	3,80	6,52	2,32	4,21
Fe O	3,49	6,51	6,55	5,07	6,98	6,44
Mn O	0,15	tr.	0,09	0,24	n. d.	0,12
Mg O	3,63	5,46	5,10	5,41	5,33	5,26
Ca O	9,12	10,53	10,03	10,68	10,61	10,33
Na ₂ O	4,98	4,03	3,97	3,88	5,40	4,23
K ₂ O	1,89	1,23	1,33	1,14	1,87	1,60
P ₂ O ₅	0,67	0,40	0,42	0,35	0,44	0,34
H ₂ O	0,25	0,08	0,16	0,09	0,02	0,14
SOMMA	99,75	99,49	99,62	99,53	99,70	99,83

- a — Lava della Valle del Leone (anal. F. STELLA STARRABBA)
 b — Lava scoriacea di Serra Concazze (anal. lo stesso).
 c — Lava della colata di Monte Concazze (anal. lo stesso)
 d — Lava delle Bocche della Naca, 5 novembre (anal. lo stesso).
 e — Lava di Nunziata - Mascalì (anal. E. POLNER).
 f — Lava delle Bocche della Naca, 20 novembre (anal. F. STELLA STARRABBA).

²⁾ S. DI FRANCO — *La lava dell'eruzione dell'Etna del 1928*. Rendic. R. Acc. Lincei (cl. Scienze), 1930, pag. 212.

Da un primo sguardo alle analisi si rileva la netta separazione fra la lava della Valle del Leone (analisi *a*) e le altre posteriori.

La distinzione fra le lave delle Bocche delle Concazze e quelle delle Bocche della Naca è meno facile. Col semplice esame ottico la lava della Valle del Leone si lascia riconoscere, grazie alla frequenza di piccole lamelle macroscopiche di plagioclasio; nelle lave della Serra Concazze e delle Bocche della Naca le lamelle del plagioclasio sono poco frequenti e prevalgono, invece, quali elementi porfirici, i granuli d'olivina e d'augite.

Tuttavia anche fra le lave dei gruppi II (analisi *b, c*) e III (analisi *d, e, f*) riesce a farsi una distinzione con la scorta della loro composizione chimica. Nella seguente Tavola 2, accanto ai valori dell'analisi *a*, integralmente riportata (colonna I), stanno nella colonna II le medie ricavate dalle analisi *b* e *c* dei due campioni di Serra Concazze e nella colonna III le medie delle analisi *d* ed *f* dei campioni della Bocca della Naca dei giorni 5 e 20 novembre.

TAVOLA 2

	I	II	III
Si O ₂	48,93	47,76	47,34
Ti O ₂	1,90	1,99	1,80
Al ₂ O ₃	18,76	17,71	17,52
Fe ₂ O ₃ } FeO (tot)	5,98 {	4,16 {	5,37 {
Fe O }	3,49 } 8,87	6,53 } 10,28	5,76 } 10,59
Mn O	0,15	0,05	0,18
Mg O	3,63	5,28	5,34
Ca O	9,12	10,28	10,51
Na ₂ O	4,98	4,00	4,06
K ₂ O	1,89	1,28	1,37
P ₂ O ₅	0,87	0,41	0,35
H ₂ O	0,25	0,12	0,12
SOMMA	99,75	99,57	99,72

È facile vedere che le percentuali estreme di SiO_2 , Al_2O_3 , FeO totale (la somma del valore effettivo di FeO e di Fe_2O_3 calcolato per FeO), MgO e CaO stanno nelle colonne I e III; alla colonna II corrispondono valori intermedi. Dalla I alla III colonna si vedono disposte: in ordine decrescente, le percentuali di SiO_2 ed Al_2O_3 ; in ordine crescente, quelle di FeO , MgO e CaO .

Se si riflette che la lava della Valle del Leone proviene dalle bocche dell'estremità più alta della squarciatura eruttiva, mentre le lave delle Bocche della Naca provengono dalla estremità inferiore, dovremo ammettere che alle bocche estreme (sia per distanza che per livello) della squarciatura corrisposero composizioni estreme dei prodotti lavici relativi. Le bocche d'un punto intermedio (Serra Concazze) della medesima squarciatura fornirono lave (Tavola 2, colonna II) dalla composizione intermedia.

La Tavola I, per la posizione antagonistica delle analisi *a* e *d*, dà adito ad un'altra considerazione. La lava *a* è quella che possiede le percentuali massime di SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O e, rispettivamente, le minime di MgO , CaO e FeO (tot.).

Per le sei analisi della Tavola I i valori di FeO sono i seguenti:

	a	b	c	d	e	f
Fe O (totale)	3,87	10,58	9,97	10,94	(9,07)	10,23

La lava *d* fornisce, invece, le percentuali minime di SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O e rispettivamente, le massime di FeO e CaO .

La lava *a* è quella che vide la luce nel primo istante dell'eruzione, ad uno degli estremi della squarciatura, alla massima quota; la lava *d* venne emessa invece all'inizio del trabocco determinatosi all'estremo opposto della squarciatura, alla quota più bassa.

Procedendo oltre nell'esame della Tavola I, consideriamo i gruppi II e III per ricercare il modo in cui, durante il tempo dell'efflusso, è variata la composizione della lava emessa da ciascuno dei due gruppi di bocche.

Riferendoci ancora ai valori di SiO_2 , Al_2O_3 , FeO (tot.), MgO e CaO , rileveremo subito che le oscillazioni nella composizione delle lave di ciascun gruppo di bocche non sorpassano i limiti estremi costituiti dalle rispettive percentuali nelle analisi *a* e *d*. Osserveremo inoltre che queste variazioni di composizione durante gli efflussi si verificarono nella stessa direzione, tanto per il gruppo II quanto per il III.

A chiarire questi rapporti serve il grafico della fig. 2.

Per quanto riguarda SiO_2 e Al_2O_3 esso mostra che all'analisi *a* corrispondono i valori più elevati; per i gruppi II e III i valori salgono dai minimi (corrispondenti alla lava iniziale) ai massimi finali, con valori intermedi nel gruppo III, salvo una lieve anomalia per la percentuale un po' bassa (47,05) di SiO_2 nel gruppo III. I minimi assoluti appartengono all'analisi *d*.

Per quanto riguarda CaO , FeO ed MgO , il grafico fa vedere che all'analisi *a* corrispondono i valori minimi; nei gruppi II e III i valori decrescono dai massimi propri della lava iniziale ai minimi dell'ultima lava, e con valori intermedi nell'analisi *e* per il gruppo III. In quest'ultima analisi è anomalo il valore (9,07%) di FeO ; esso dipende da errore ¹⁾. I massimi assoluti appartengono egualmente all'analisi *d*.

Anche Na_2O e K_2O si comportano in modo analogo a quello di SiO_2 e Al_2O_3 , come si rileva dal seguente prospetto:

	I		II		III	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
Na_2O	4,98	4,03	(3,97)	3,88	(5,40)	4,23
K_2O	1,89	1,23	1,23	1,14	(1,87)	1,60

¹⁾ Il grafico, per l'anormale situazione del punto 9,07, mostra l'inesattezza del valore di FeO (totale) dell'analisi *e*, poichè in tutte le analisi delle lave del 1928 (come di altre lave recenti dell'Etna) FeO ha valori molto prossimi a quelli di CaO . Sarebbe inesplicabile lo scarto fra i due valori dell'analisi *e*. L'errore per difetto inerente a FeO sembra che si sia ripercosso sui valori (troppo alti) di Na_2O e K_2O .

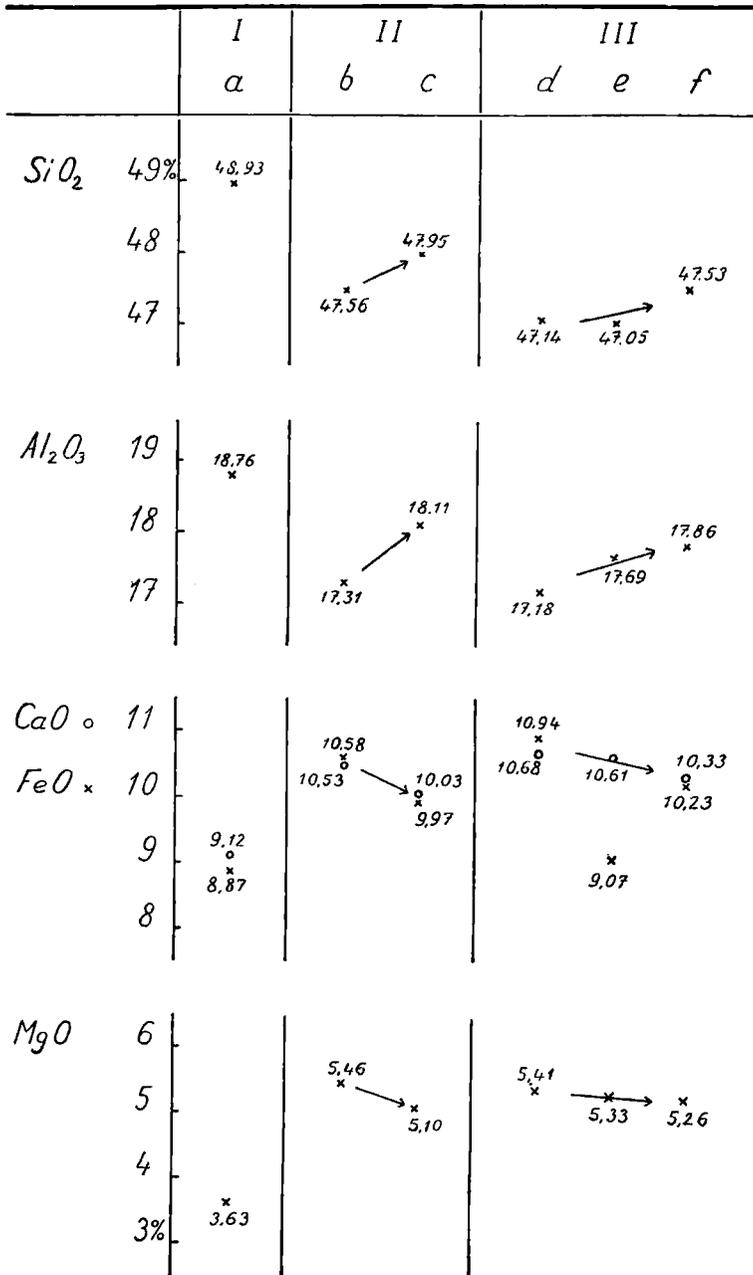


Fig. 2.

Sono racchiusi in parentesi i valori normali; quelli dell'analisi *e* sono probabilmente inesatti.

Durante l'efflusso (sia quello delle Concazze come quello della Naca) la composizione variò in modo da risultare, nelle lave fluenti da un determinato gruppo di bocche, la tendenza a rendersi via via simili alle lave eruttate dal centro effusivo più elevato (V. del Leone).

Le osservazioni fatte portano alle seguenti conclusioni:

1° — Le bocche dell'estremità superiore della squarciatura del 1928, che furono attive solo nelle prime ore del periodo eruttivo, hanno dato le lave aventi le percentuali più elevate di SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O e K_2O e le percentuali più basse di FeO , MgO e CaO .

Le bocche dell'estremità inferiore della squarciatura, attive sino al termine dell'eruzione, hanno dato lave aventi inizialmente le percentuali più basse di SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O e K_2O e le percentuali più alte di FeO , CaO e (se si ammette un lieve errore per difetto) anche di MgO .

Le bocche intermedie (delle Concazze) hanno dato lave di composizione intermedia; tale composizione è tuttavia più vicina a quella delle lave delle bocche inferiori.

Il grafico della fig. 3 mostra come variano le percentuali di SiO_2 , Al_2O_3 , FeO e CaO , MgO , mettendo a confronto l'analisi della lava di Valle del Leone (*a*) con la media (*m*) delle due analisi delle lave di Serra Concazze e con quella (*m'*) delle analisi su lave della Naca, emesse il 4 ed il 20 novembre, così come sono date nella Tavola 2.

2° — Durante gli efflussi lavici: medio ed inferiore, le lave mostrarono una modificazione sensibile e graduale nella loro composizione chimica. La variazione si effettuò in uguale senso, così per le lave delle Concazze come per quelle della Naca, secondo la seguente regola:

« Tendono ad aumentare nel corso dell'efflusso: SiO_2
« Al_2O_3 , Na_2O e K_2O , aventi le massime percentuali nella
« lava di Valle del Leone. Tendono a diminuire durante
« l'efflusso: FeO , CaO , e MgO , aventi le minime per-
« centuali nella lava di Valle del Leone ».

Muniti di questi dati di fatto, possiamo fare le seguenti considerazioni.

Noi conosciamo con sufficiente approssimazione e l'istante, in cui ciascuno dei blocchi analizzati venne alla luce, e la posizione della bocca d'origine sulla squarciatura eruttiva e rispetto al vulcano. Si possono considerare tali blocchi come altrettanti saggi di lava fluida, direttamente prelevati da diversi punti del serbatoio magmatico, con i mezzi stessi forniti dalla natura. Poichè tali saggi non hanno una composizione uniforme, anche il magma racchiuso nel serbatoio del vulcano deve essere supposto non omogeneo.

Però la regolarità con la quale varia la composizione delle lave lungo la squarciatura e, per la stessa bocca, durante l'efflusso ci obbliga a pensare che una certa regolarità dominasse a sua volta nella distribuzione di parti non omogenee entro il serbatoio magmatico, alimentatore delle bocche effusive.

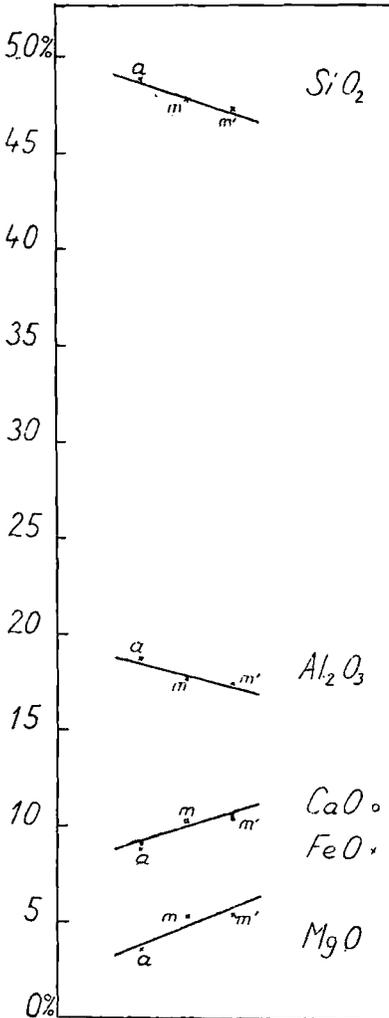


Fig. 3.

Deve pertanto ammettersi che la fase di differenziazione del magma abbia preceduto il parossismo eruttivo.

Anzi tali processi differenziativi dovevano già essersi compiuti quando si iniziarono gli efflussi lavici, se la lava del 2 novembre (Valle del Leone) e quella del 4 novembre (Bocche della Naca), traboccate dagli estremi della quarciatura eruttiva con soli due giorni d'intervallo, poterono presentare già il massimo del differenziamento.

Vi è da fare qualche considerazione anche sulla natura del differenziamento. La porzione superiore della colonna magmatica, ossia quella che alimentò l'effimera colata della Valle del Leone, ha dato lave le quali rivelano le massime percentuali di SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O e K_2O .

Questo carattere e l'abbondanza di lamelle plagioclasiche di questa lava testimoniano la polarizzazione degli elementi feldspatici (dal peso specifico relativamente piccolo) verso la parte alta del serbatoio magmatico.

Quell'altra porzione (inferiore), la quale alimentò il primo efflusso delle bocche inferiori (Naca), ha dato lave che rivelano all'analisi le percentuali più alte di FeO , CaO e (con la precedente riserva) di MgO , componenti caratteristiche dell'augite, dell'olivina e della magnetite. Le lave delle Bocche della Naca mostrano in effetti un numero di cristalli d'augite e d'olivina ben maggiore di quello visibile nella lava di Valle del Leone. Il peso specifico degli elementi femici è notevolmente alto; questi mostrano la tendenza a concentrarsi verso la porzione inferiore del serbatoio magmatico.

Le lave dipendenti dalla parte alta di tale serbatoio danno altresì le percentuali maggiori di K_2O e rivelano la tendenza del potassio a seguire le sorti del silicio, alluminio e sodio (elementi con basso peso atomico) ossia a migrare verso la porzione più alta della colonna magmatica. Il magnesio si associa, invece, al calcio e al ferro (elementi con più alto peso atomico) nella tendenza a migrare verso le parti inferiori del serbatoio magmatico. Questa inversione delle tendenze del potassio e del magnesio dimostra che la cristallizzazione dei costituenti minerali salici, da un lato, e dei femici dall'altro, in seno al magma, dovette precedere il differenziamento e che l'essenza di

questo debba ricercarsi precipuamente in una separazione gravitativa in seno allo stesso magma di indensità intermedia, in virtù della quale i cristalli salici, più leggeri, migrarono in parte verso l'alto ed i femici, più pesanti, verso il basso.

Se teniamo conto dell'abbondanza della magnetite nelle lave del 1928 e dell'alto peso specifico di questo minerale, dovremmo aspettarci da parte di esso una tendenza più spiccata alla separazione verso il fondo e, quindi, un'eccedenza di FeO, nelle lave della Naca, ben maggiore di quella effettivamente riscontrata.

L'incremento di MgO nelle lave inferiori, per contrapposto, è dello stesso ordine di grandezza di quello di FeO, non ostante che le percentuali di MgO stiano a quelle di FeO nel rapporto di 1 : 2; ossia la differenziazione si è verificata più intensamente sopra gli elementi olivinici e pirossenici, anzichè sui magnetitici, malgrado il peso specifico più elevato della magnetite.

La contraddizione cessa se riflettiamo che la cristallizzazione della magnetite da un magma basaltico si verifica entro un campo molto vasto ed è ancora attiva negli stadi serotini dell'evoluzione del magma stesso, quando la separazione gravitativa trova già ostacoli nella cresciuta vischiosità. E di più, le piccole dimensioni dei granuli della magnetite contribuiscono a rallentarne i movimenti di discesa.

La tendenza dimostrata dalle lave delle bocche inferiori a modificare la loro composizione durante l'efflusso, in modo da avvicinarsi gradatamente alla facies plagioclasica della bocca più elevata, ha una spiegazione molto semplice. Lo scaricarsi del magma lavico dalle bocche inferiori determina (non escludendo un parziale, contemporaneo apporto di magma non differenziato dalle regioni profonde) l'afflusso, verso di esse, di quelle porzioni che stanno sempre più in alto entro il serbatoio magmatico e che la differenziazione ha reso via via più ricche di elementi leggeri.

Precipuo fattore di questi processi differenziativi è quindi la gravità, che agisce sui primi prodotti della cristallizzazione in seno al magma. Le leggi che presiedono alla statica del magma e regolano l'erogazione delle masse laviche, già differenziate, nel corso dell'eruzione, influiscono indirettamente sulle modificazioni di composizione delle lave che si scaricano alla superficie.

Due condizioni si presuppongono evidentemente, per il compiersi del differenziamento e cioè: che l'eruzione sia preceduta da un periodo abbastanza lungo di quiete del magma nel serbatoio vulcanico e che si esaltino quei fattori che possono favorire la fluidificazione del magma stesso.

L'eruzione del 1928 si svolse in circostanze assai favorevoli per il compiersi di tali processi. La lava riversantesi alla superficie lasciava riconoscere un alto grado di fluidità; le manifestazioni esplosive, poi, si mantennero relativamente deboli, così da lasciarci supporre che i rimiscolamenti del magma, entro il condotto eruttivo, nel corso dell'eruzione non fossero eccessivamente energici.