

BRUNO DI SABATINO*, CIRIACO GIAMPAOLO*, GIANCARLO NEGRETTI*

UNA NUOVA IPOTESI SULL'EVOLUZIONE DEI MAGMI ALCALINO-POTASSICI SULLA BASE DELLE CONOSCENZE ACQUISITE SUL SISTEMA VULCANICO SABATINO, SULLA NATURA E STRUTTURA DEL SUBSTRATO E SUI PIÙ RECENTI DATI DELLA PETROLOGIA SPERIMENTALE**

RIASSUNTO. — Gli AA. espongono una nuova ipotesi sull'evoluzione del magmatismo alcalino-potassico sulla base delle conoscenze acquisite tramite studi petrografici e vulcanologici sul Sistema Sabatino (Lazio), sulla natura e struttura del substrato metamorfico della Toscana e del Lazio occidentale ed alla luce delle moderne vedute della Petrologia Sperimentale.

La sequenza, termicamente discendente:

leucititi → tefriti → latiti/trachiti

comporta necessariamente interazioni variabili con le rocce del substrato, sottostanti alle serie carbonatiche mesozoiche.

ABSTRACT. — The petrographical and volcanological research on the Sabatinian System (Latium), nature and structure of metamorphic basement of Tuscany and west Latium and the last results of experimental petrology, allow to formulate a new hypothesis on the evolution of potassium-rich magma.

The thermally decreasing succession:

leucitite → tephrite → latite/trachyte

is in need of variable interaction with the « Verrucano s.l. » substrate stratigraphically below the mesozoic carbonatic series, in contrast with the Rittmann's hypothesis of limestone assimilation by trachytic magma.

Premessa

Il vulcanismo quaternario alcalino-potassico dell'Italia centromeridionale presenta una distribuzione degli apparati e dei prodotti in superficie in manifesta correlazione con l'orogenesi appenninica.

Più precisamente la risalita dei fusi magmatici appare fundamentalmente legata alla tettonica disgiuntiva tardo-orogena, responsabile dell'apertura del bacino tirrenico, ma cui anche deve l'attuale assetto ad « horst » e a « graben » della penisola

* Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università, Città Universitaria, 00100 Roma.

** Lavoro eseguito con i contributi del Progetto Geolazio e sotto gli auspici del Centro di Studio per la Mineralogia e Petrologia delle Formazioni ignee del C.N.R.

italiana, in particolare del suo settore tirrenico, e che sembra sempre più chiaramente condizionare il vulcanismo via via che si procede verso il margine esterno dell'orogeno appenninico.

I prodotti vulcanici ricoprono estensioni notevoli, interessando aree dal Tirreno alla zona assiale dell'attuale catena montuosa, superandola anche in qualche settore, mentre in direzione longitudinale, dalla Toscana meridionale gli affioramenti pervengono alla regione lucana (fig. 1). Nella fascia più occidentale dell'area delimitata, le vulcaniti quaternarie non di raro si sovrappongono direttamente alle manifestazioni acide di un precedente vulcanismo pliocenico.

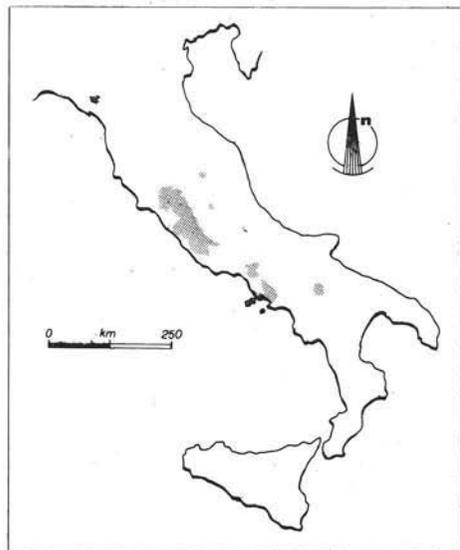


Fig. 1. — Cartina schematica dei principali centri alcalino-potassici dell'Italia peninsulare.

I vari espandimenti ignimbrici, le molteplici emissioni laviche, i caratteristici prodotti delle attività freatomagmatiche sembrano indicare, attraverso convergenze significative per litotipi, per modello genetico-evolutivo, per localizzazione tettonico-vulcanologica, un'unitarietà di origine la cui ricostruzione è stata, per altro, tentata da numerosi studiosi; le divergenti vedute di questi ultimi sono, di per se stesse, attestate dalla complessità e dalle oggettive difficoltà del problema.

In questa sede viene avanzata un'ipotesi nuova sui caratteri evolutivi del magmatismo in oggetto, sulla base delle più recenti conoscenze sulle vulcaniti, con particolare riferimento al sistema vulcanico sabatino, sulla natura e struttura del substrato e sulle acquisizioni offerte dalla Petrologia sperimentale.

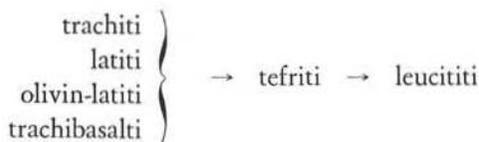
Sguardo sintetico alle più importanti ricostruzioni dell'evoluzione del vulcanismo alcalino-potassico dell'Italia centromeridionale

RITTMANN (1933, 1967) per primo interpretò le successioni cronologiche:
trachiti → tefriti → leucititi tefritiche

del Somma-Vesuvio quali prodotte da un'evoluzione « inversa » per assimilazione di rocce calcareo-dolomitiche da parte di fusi trachitici (differenziati di magmi olivin-basaltici); la progressiva desilicizzazione si sarebbe verificata in ambiente ipoabissalítico, per digestione delle rocce dolomitiche e calcareo-dolomitiche triassiche del tetto della camera magmatica.

Negli altri sistemi vulcanici quaternari della provincia magmatica, dai diversi

ricercatori sono state riconosciute variazioni chimiche e petrografiche confrontabili con quelle del Somma-Vesuvio e che, in modo sommario, possono essere schematizzate nelle successioni:



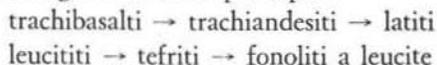
BURRI (1961, 1966) riconduce i fenomeni all'assimilazione carbonatica da parte di un termine capostipite olivin-latitico subcrustale.

MARINELLI e MITTEMPERGER (1966) imputano fundamentalmente l'evoluzione in senso alcalino-basico con la sovrapposizione di fenomeni di « transfert gassoso » e di locale assimilazione carbonatica, operati su fusi anatettici connessi con il magmatismo acido della Toscana.

Anche LOCARDI ed altri (1967, 1969, 1975) ammettono l'azione di un « gaseous transfert », su fusi trachitici/latitici formati per « mixing » di fusi di origine subcrustale con materiali anatettici toscani.

CUNDARI e LE MAITRE (1970) suggeriscono l'evoluzione di fusi parziali di un mantello a flogopite ed anfiboli.

APPLETON (1972) distingue due serie principali:



derivate da fusi picritici.

Numerosi altri studiosi hanno ricalcato le sopra esposte teorie, apportandovi, tutt'al più, leggere modifiche; per essi si rinvia ai lavori specifici dell'ampia letteratura sull'argomento.

Considerazioni vulcanologiche, petrografiche e petrologiche

Nel sistema vulcanico sabatino un primo esame grossolano ed approssimato sembra indicare, nelle linee d'insieme, una sequenza cronologica:



I primi prodotti trachitici sono comunemente rappresentati da piroclastiti normali e da ignimbriti contenenti alla base proietti latitici; le composizioni tefritiche si ritrovano sia in piroclastiti che in emissioni laviche; i termini leucitici sono esclusivamente in espandimenti ed in colate laviche.

Un esame più approfondito, tuttavia, pone in evidenza che prodotti leucitici e tefritici sono presenti già durante le prime manifestazioni, mentre piroclastiti ed ignimbriti trachitiche sono intercalate anche nelle più recenti manifestazioni freatomagmatiche.

Le indicazioni del terreno, le indagini di laboratorio, le cognizioni, recente-

mente molto ampliate, sulla natura e sull'assetto strutturale del substrato ed, infine, gli apporti della Petrologia sperimentale, consentono di stabilire i seguenti fatti fondamentali:

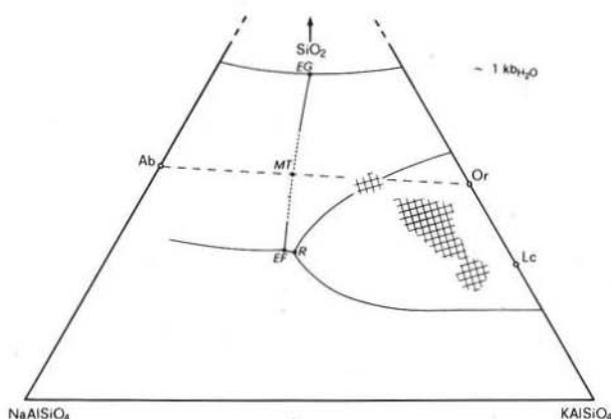


Fig. 2. — Proiezione delle successioni laviche leucititi → tefriti → trachiti/latiti del sistema vulcanico Sabatino.

A - Le trachiti/latiti sono presenti, in prevalenza, come ignimbriti e piroclastiti; esprimono sempre, nonostante la tendenza all'afiricità, $P_{H_2O} \geq P_{tot.}$; anche quando sono in posto come colate o « duomi », la partecipazione delle miche de-

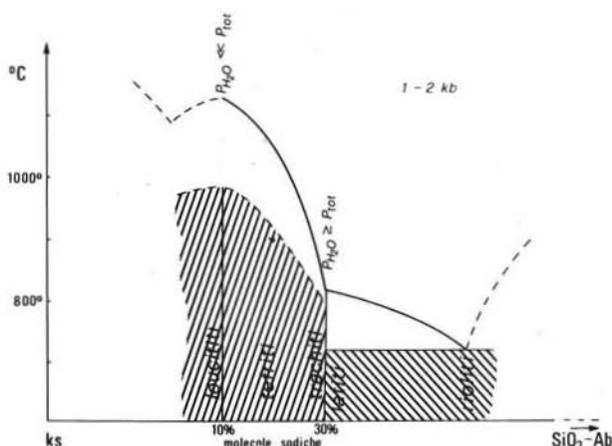


Fig. 3. — Rappresentazione diagrammatica dei caratteri termici (per pressioni totali di circa 1-2 kb) di fusi leucititici (a nefelina), tefritici, latitici/trachitici, riolitici dell'area sabatina, come desumibili dai caratteri di terreno, petrografici e petrologico-sperimentali.

nuncia sensibili contenuti in H_2O in sede intratellurica, mentre le modalità di messa in posto sottintendono un'elevata viscosità. Questa viscosità è del resto desumibile dallo stato di disequilibrio termodinamico della frazione fusa (composizioni trachi-

tiche della pasta di fondo) e dalle condizioni di sovraraffreddamento in cui vengono a trovarsi i liquidi quando passano da situazioni di saturazione in H_2O , in ambienti ipoabissalici, a condizioni di superficie, con conseguente innalzamento delle temperature di consolidazione. Il precoce irrigidimento delle scorie ed il loro mancato schiacciamento (fiamme) ne sono una riprova. L'intervallo termico tra « liquidus » e « solidus » dei fusi trachitici è inoltre, molto ristretto (fig. 3).

B - Sia le trachiti che le latiti ed, in parte, anche i trachibasalti, sono rocce costituite da una pasta di fondo trachitica, mentre le differenziazioni più vistose risiedono nella natura e nell'incidenza dei fenocristalli e degli aggregati policristallini inclusi; pirosseni, plagioclasti basici, biotite, sono rari nelle trachiti, abbondanti nelle latiti, mentre nei trachibasalti alla mica bruna si sostituisce l'olivina. Poiché la « capacità » termodinamica è direttamente legata alla frazione fusa della lava (pasta di fondo) e non ai fenocristalli od agli inclusi policristallini, che ai fini vulcanologici risultano « passivi », può desumersi, di fatto, un comportamento termodinamico confrontabile fra le rocce in oggetto; le differenze composizionali dei fenocristalli, soprattutto la sostituzione delle biotiti (trachiti, latiti) con olivina, ossidi di Fe e K feldspato nei trachibasalti, inducono ad ascrivere termalità più alte ai fusi originari di queste ultime vulcaniti. Una derivazione diretta, per cristallizzazione frazionata, delle trachiti e latiti dai trachibasalti non sembra, per altro, ammissibile. Questo fenomeno comporterebbe, infatti, più che una sovrasaturazione in SiO_2 , un sensibile arricchimento in molecole sodiche che non trova alcuna corrispondenza nei prodotti trachitici e latitici stessi, i quali mostrano, per contro, analoghi rapporti fra gli alcali o anche maggiori contenuti relativi in potassio.

C - Sia le manifestazioni ignimbritiche che laviche di natura trachitica/latitica, malgrado la presenza di xenoliti quarziferi e di xenocristalli di quarzo, non hanno mai consentito di riconoscere la presenza di tridimite il che indicherebbe termalità inferiori ad $870^\circ C$. I risultati sperimentali hanno messo in evidenza che, in condizioni di saturazione in H_2O , le temperature di fusione pressochè totale, per composizioni trachitiche, sono dell'ordine degli $820^\circ-840^\circ C$, per pressioni di 1-2 Kbars. La termometria dei feldspati ha indicato valori di $800^\circ-820^\circ C$ per i sanidini presenti nelle ignimbriti come fenoclasti. La partecipazione di leucite, sanidino + leucite, sanidino + scarsa leucite, in condizioni isochimiche, suggerisce pressioni variabili da minimi inferiori al kilobar a massimi di 1-2 kbars. Le ignimbriti trachitiche, infine, che rappresentano fra i prodotti emessi, quelli di gran lunga più abbondanti, esprimono condizioni di $P_{fluidi} \geq P_{tot.}$ e sottintendono l'abbondanza di elementi volatili e « fondenti », quali H_2O , F, Cl, B, SO_3 , etc.

D - Le leucititi, esclusivamente laviche nel sistema sabatino e presenti in quasi tutti i vulcani alcalino-potassici, non denotano alcuna evoluzione per frazionamento. Nel sistema vulcanico sabatino tali rocce sono già presenti nelle prime manifestazioni; ulteriori emissioni sono successive alle manifestazioni ignimbritiche del « tufo

rosso a scorie nere» (0,52 M.A.); altre ancora sono interposte ed altre posteriori al «tufo di Bracciano». Tutte queste vulcaniti mostrano, nonostante il lungo intervallo di tempo intercorso fra le prime effusioni e le ultime (oltre 300.000 anni), caratteristiche evolutive ed in particolare termodinamiche, del tutto simili. La loro fluidità, la giacitura in espansioni di notevole estensione nonostante le pendenze minime ($1-2^\circ$), le associazioni mineralogiche, il carattere strutturale di tendenza all'afiricità, tenuto conto della scarsità di H_2O , la natura dei rari inclusi ed infine le acquisizioni della Petrologia sperimentale, consentono di valutare per questi prodotti una termalità, all'atto della loro emissione, di $1050^\circ-1150^\circ$ C. È da notare, inoltre, che le leucititi mostrano una scarsità relativa nelle incidenze delle molecole sodiche nei confronti delle trachiti (rispettivamente attorno al 10 % e al 30 %).

E - Le tefriti leucitiche hanno aspetti intermedi fra quelli delle leucititi e quelli delle trachiti. Sono caratterizzate da incidenze variabili dei fenocristalli di leucite, da contenuti in H_2O maggiori che nelle leucititi, confermati per altro dalla graduale sostituzione della biotite all'olivina, del resto sempre rara. Le termalità di emissione sono, con ogni probabilità, più depresse che nelle foiditi e le caratteristiche mineralogiche sembrano suggerire processi evolutivi verificati in ambienti non molto profondi, con il procedere del raffreddamento. Il chimismo dei plagioclasti labradoritico-andesinici presenti di norma nella pasta di fondo delle tefriti del sistema vulcanico sabatino, contrasta chiaramente con quello bytownitico-labradoritico dei fenocristalli delle latiti/trachiti, rendendo problematica una derivazione diretta di queste ultime per cristallizzazione frazionata; il fatto, invece, pone in luce una tendenza fonolitica (arricchimento in sodio) delle tefriti, questa presumibile per frazionamento da fusi leucititici.

Considerazioni ed ipotesi sull'evoluzione magmatica

Fatto certo e fondamentale è che i magmi leucititici sottintendono temperature di formazione molto più elevate di quelle delle latiti e delle trachiti e pertanto un'evoluzione intratellurica:

latiti/trachiti \rightarrow tefriti \rightarrow leucititi

quale proposta da precedenti studiosi, appare di problematica realizzazione.

Anche l'assimilazione carbonatica (DALY, 1910; RITTMANN, 1933), a parte le comprovate « distonie » geochimiche (SAVELLI, 1967, 1968; HOEFS e WEDEPOHL, 1968; BELL e POWELL, 1969; BARBIERI ed altri, 1975; TURI e TAYLOR, 1975; TAYLOR e TURI, 1975; VOLLMER, 1976, 1977), non sembra proponibile alla luce delle conoscenze offerte dalla Petrologia sperimentale. Infatti, considerata la natura e l'incidenza dei fenocristalli, termodinamicamente passivi rispetto al liquido residuale di natura trachitica, il ridotto intervallo « liquidus » - « solidus » dei fusi trachitici stessi, e la stabilità delle soluzioni solide sia nelle leuciti (molecole SiO_2 e $NaAlSi_2O_6$) che nei feldspati, l'effetto dell'immissione della CO_2 in sistemi già di per sè ricchi in H_2O e la

sottrazione del calore necessario per la digestione delle rocce carbonatiche stesse provocherebbero una precocissima consolidazione (v. anche fig. 3).

Scarsamente soddisfacente appare anche l'ipotesi di una genesi dei fusi leucitici per « transfert gassoso ». Tra le molte obiezioni sembra infatti determinante che se i magmi leucitici debbono essere considerati risultato di apporti gassosi di alcali, le rocce da essi derivate dovrebbero mostrare le tracce di una saturazione in H_2O e termalità genetiche più contenute. Le leucititi, al contrario, sono i prodotti formati a temperature più elevate e non presentano tracce del passaggio a condizioni di saturazione in volatili se non parzialmente al momento della fuoriuscita a giorno.

Poco probabile appare, infine, una contaminazione di fusi subcristallini (sodici per estrazione primaria), con materiali anatectici del magmatismo toscano, dati i

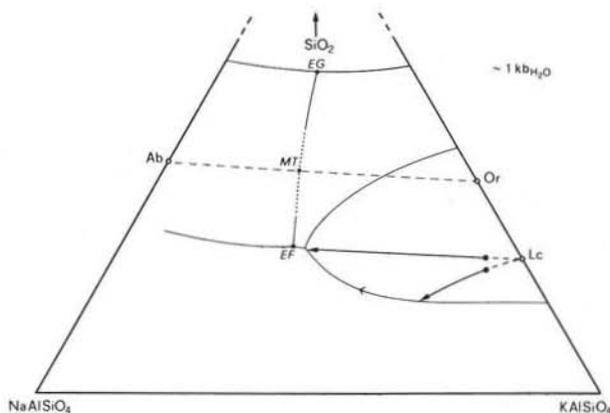


Fig. 4. — Evoluzione fonolitica per cristallizzazione frazionata di leucititi e leucititi nefeliniche.

valori estremi del rapporto K_2O/Na_2O , tipici delle leucititi dell'Italia centro-meridionale.

La sequenza termica dei fusi alcalino-potassici, rappresentata da:

leucititi → tefriti → trachiti/latiti → (rioliti?)

sottintende differenze di temperature, fra i primi e gli ultimi prodotti, dell'ordine di $300^\circ C$ ($1050^\circ-1150^\circ C$ per le leucititi, $800^\circ-850^\circ C$ per le trachiti). Tale sequenza può indubbiamente individuare un iter evolutivo che potrebbe realizzarsi in ambienti ipoabissalici già a livello delle tefriti, come potrebbe confermare la partecipazione in queste di abbondanti fenocristalli di leuciti, mentre l'incremento della incidenza dell' H_2O è testimoniato dalla comparsa di miche e, in qualche caso, di anfiboli.

Tuttavia le leucititi, quando considerate nell'ambito del sistema petrogenetico residuale e quindi proiettate nel triangolo $SiO_2-KAlSiO_4-NaAlSiO_4$, cadono al livello o anche al di sotto del giunto leucite-giadeite (fig. 2); di conseguenza, per cristallizzazione frazionata, la successione dei prodotti dovrebbe essere (fig. 4):

leucititi → leucititi fonolitiche (\pm nefelina) → fonoliti

e per cristallizzazione frazionata di un fuso che consolidando origini rocce a piro-seno + leucite non si dovrebbero prevedere differenziati a plagioclasio. Con l'immissione di SiO_2 e di molecola « Or » si conseguirebbero successioni da termini leucitici a trachitici potassici, con prodotti intermedi non tefritici, ma rappresentati da trachiti a leucite e pressochè privi di plagioclasio. Per la formazione del plagioclasio, ed in particolare di quello basico, è necessario un eccesso di Al_2O_3 che in qualche modo deve venire introdotto.

La necessaria immissione di SiO_2 , di potassa ed allumina potrebbe verificarsi per digestione di rocce del basamento sottostante alle sequenze carbonatiche mesozoiche. Tale basamento, costituito da metamorfiti di basso e bassissimo grado, affiora per estese aree nella Toscana centromeridionale e sottintende potenze notevolissime (dell'ordine delle migliaia di metri) e si estende certamente al di sotto

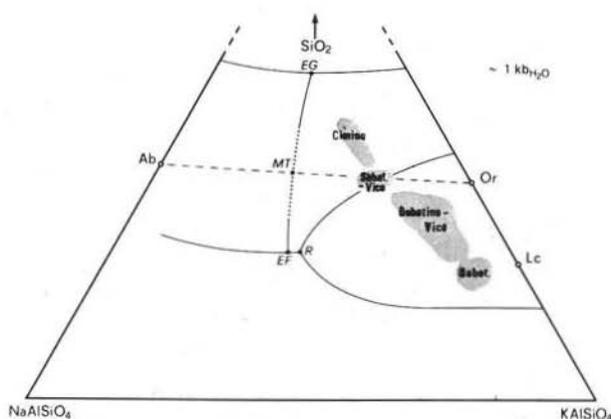
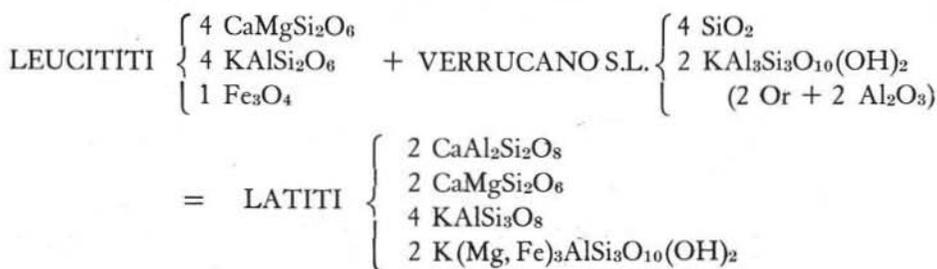


Fig. 6. — Proiezione delle composizioni di leucititi, tefriti, latiti/trachiti e termini sovrassaturi dell'area Sabatina-Vicana-Cimina.

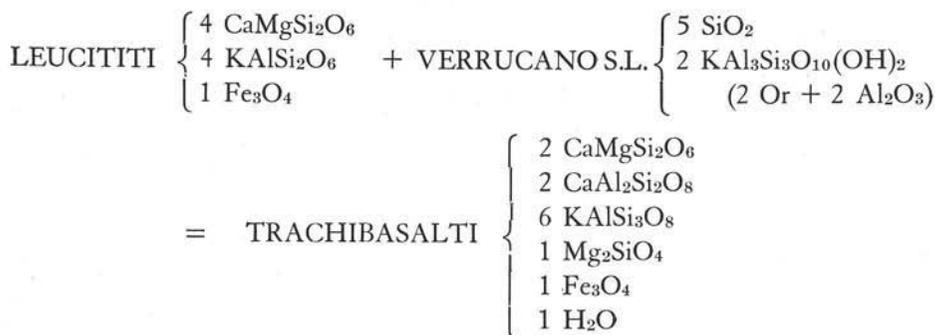
dell'area vulcanica laziale, almeno per buona parte, venendo nuovamente a giorno nell'Isola di Zannone, nel gruppo delle Isole Pontine. Le rocce che lo costituiscono sono nell'assoluta prevalenza quarzítico-fillitiche, con preponderanza dei termini filladici, quarzoso-micacei. Tali rocce, ovviamente, debbono aver subito, per azione del magmatismo, processi di trasformazione più o meno spinti, dal metamorfismo termico alla pressochè completa digestione.

Lo schema dell'assimilazione potrebbe essere rappresentato dalla reazione:



mentre, per più contenute immissioni di SiO_2 potrebbero ottenersi le mineralogie delle tefriti (fig. 6).

Anche i prodotti basanitici e trachibasaltici, di modestissima entità nel settore sabatino, potrebbero trovare una plausibile giustificazione evolutiva, schematicamente delineata nella reazione:



In sintesi, alle risalite ripetute di fusi leucitici si presume conseguano interazioni variabili, in ambienti ipoabissali, con le formazioni dell'originario basamento metamorfico, al di sotto delle serie carbonatiche mesozoiche. Tali interazioni dovrebbero essere più vistose nei primi momenti vulcanologici, ai primi contatti del magma con le rocce incassanti. Le varie modificazioni possono essere, ovviamente, funzione del contenuto in H_2O dell'ambiente, dell'assetto tettonico del settore interessato, dalla natura delle locali formazioni investite e dal metamorfismo di contatto e connessi processi metasomatici subiti dalle originarie metamorfiti.

L'evoluzione risponde di riflesso anche al controllo degli eventi tettonici e vulcanotettonici.

BIBLIOGRAFIA

- APPLETON J.D. (1972) - *Petrogenesis of potassium rich lavas from the Roccamonfina Volcano, Roman region, Italy*. J. Petrol., 13, 425-456.
- BARBIERI M., PENTA A., TURI B. (1975) - *Oxygen and strontium isotope ratios in some ejecta from the Alban Hills volcanic area, Roman Comagmatic Region*. Contr. Mineral. Petrol., 51, 127-133.
- BARRESE E. (1975-1976) - *Considerazioni petrologiche sul settore meridionale dei Vulcani Sabatini*. Tesi di Laurea, Istituto di Mineralogia e Petrografia, Roma.
- BELL K., POWELL J.L. (1969) - *Strontium isotopic studies of alkalic rocks: the potassium-rich lavas of the Birunga and Toro-Ankole regions, East and Central Equatorial Africa*. J. Petrol., 10, 536-572.
- BURRI C. (1961) - *Le provincie petrografiche post-mesozoiche dell'Italia*. Rend. Soc. Mineral. It., 17, 3-40.
- BURRI C. (1966) - *Problemi petrochimici del vulcanismo italiano*. Mem. Acc. Pat. SS.LL.AA., 78, 109-133.

- BURRI C. (1968) - *Potentielle Mineralbestände Kalitrichybasaltisch-Karbonatischer Syntectika und die Zukunft des Vesuvmagmas*. Geol. Rundschau, 57, 744-765.
- CUNDARI A., LE MAITRE R. W. (1970) - *On the petrogeny of the leucite bearing rocks of the Roman and Birunga volcanic Regions*. J. Petrol., 11, 33-47.
- DALY R. A. (1910) - *Origin of the alkaline rocks*. Bull. Geol. Soc. Am., 21, 87-118.
- DI SABATINO B. (1978) - *Contributo allo studio del basamento metamorfico del Lazio. Studio petrologico delle metamorfiti triassiche del sondaggio «Perugia 2» e delle clastiti e peliti triassiche dell'Isola di Zannone (Isole Pontine)*. Geol. Romana (in stampa).
- DI SABATINO B. (1978) - *Sulla genesi dei fusi capostipiti alcalino-potassici della Regione Comagmatica Romana. Considerazioni chimico-mineralogico-petrologiche* (in volume - riassunto).
- FORNASERI M., TURI B. (1969) - *Carbon and oxygen isotopic composition of carbonates in lavas and ejectites from the Alban Hills, Italy*. Contr. Mineral. Petrol., 23, 244-256.
- HOEFS J., WEDEPOHL K. H. (1969) - *Strontium isotope studies on young volcanic rocks from Germany and Italy*. Contr. Mineral. Petrol., 19, 328-338.
- HURLEY P. M., FAIRBAIRN H. W., PINSON W. H. (1966) - *Rb-Sr isotopic evidence in the origin of potash-rich lavas of western Italy*. Earth Planet. Sci. Lett., 1, 301-306.
- LOCARDI E., FUNICIELLO R., LOMBARDI G., PAROTTO M. (1975) - *The main volcanic group of Latium (Italy): relation between structural evolution and petrogenesis*. Guidebook for the Int. Coll. Planet. Geol., Rome, 1975, 1-32.
- LOCARDI E., MITTEMPERGHER M. (1967) - *Sulla genesi delle ignimbriti*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 23, 139-162.
- LOCARDI E., MITTEMPERGHER M. (1969) - *The meaning of magmatic differentiation in some recent volcanoes of Central Italy*. Bull. Volcan., 33, 1-12.
- MACKENZIE W. S., RICHARDSON D. M., WOOD B. J. (1974) - *Solid solution of SiO₂ in leucite*. Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr., 97, 257-260.
- MARINELLI G. (1961) - *Genesi e classificazione delle vulcaniti recenti toscane*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., 68, 68-116.
- MARINELLI G., MITTEMPERGHER M. (1966) - *On the genesis of some magmas of typical Mediterranean (Potassic) suite*. Bull. Volcan., 29, 113-140.
- MATTIAS P. P., VENTRIGLIA U. (1970) - *La regione vulcanica dei Monti Sabatini e Cimini*. Mem. Soc. Geol. It., 9, 331-384.
- MORBIDELLI L. (1963) - *Ricerche sulla leucitite del Fosso della Mola (Regione Sabazia-Cerite)*. Rend. Soc. Min. It., 19, 145-156.
- O'HARA M. J., YODER H. S. JR. (1967) - *Formation and fractionation of basic magmas at high pressure*. J. Geol., 1, 67-117.
- PUXEDDU M. (1971) - *Studio chimico-petrografico delle vulcaniti del M. Cimino*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. S.A., 78, 329-394.
- RITTMANN A. (1933) - *Die Geologische bedingte Evolution und Differentiation des Somma-Vesuvmagmas*. Z. Vulkan., 15, 8-94.
- RITTMANN A. (1967) - *I vulcani e la loro attività*. Capelli Ed., Bologna.
- SAVELLI C. (1967) - *The problem of rock assimilation by Somma-Vesuvius magma. I: Composition of Somma and Vesuvius lavas*. Contr. Mineral. Petrol., 16, 328-353.
- SAVELLI C. (1968) - *The problem of rock assimilation by Somma-Vesuvius magma. II: Composition of sedimentary rocks and carbonate ejecta from the Vesuvius area*. Contr. Mineral. Petrol., 18, 43-64.
- SCHERILLO A. (1933) - *Studi petrografici sulla regione Sabazia. I: Leucotefriti e leucofonoliti tra Bracciano e Trevignano*. Per. Mineral., 4, 267-309.
- SCHERILLO A. (1937) - *Studi petrografici sulla regione Sabazia. II: Le lave del margine orientale*. Per. Mineral., 8, 217-246.
- SCHERILLO A. (1943) - *Studi petrografici sulla regione Sabazia. III: Le lave del tratto Bracciano-Angullara*. Per. Mineral., 14, 1-11.
- SCHNEIDER H. (1965) - *Petrographie des Lateralvulkans und die Magmenentwicklung der Monti Volsini (prov. Grosseto, Viterbo und Orvieto, Italien)*. Schweiz Mineral. Petrol. Mitt., 45, 331-455.

- TAYLOR H. P. Jr., TURI B. (1975) - High ^{18}O igneous rocks from Tuscan magmatic province, Italy. *Contr. Mineral. Petrol.*, 55, 33-54.
- TRIGILA R. (1966) - *Studio geopetrografico dell'edificio vulcanico di M. Calvo (Farnese - Viterbo)*. *Per. Mineral.*, 35, 1023-1095.
- TRIGILA R. (1969) - *Sulla genesi dei magmi a carattere mediterraneo. Nota I: Il comportamento dei litotipi del settore vulcanico di Latera con riferimento al modello di differenziazione per cristallizzazione frazionata*. *Per. Mineral.*, 38, 625-660.
- TRIGILA R. (1974) - *Sulla genesi dei magmi a carattere mediterraneo: primi risultati sperimentali sulla differenziazione per sintesi carbonatica da parte dei magmi a composizione olivinitica*. *Per. Mineral.*, 43, 403-451.
- TURI B., TAYLOR H. P. Jr. (1975) - *Oxygen isotope studies of potassic volcanic rocks of Roman Province, Central Italy*. *Contr. Mineral. Petrol.*, 55, 1-32.
- VOLLMER R. (1976) - *Rb-Sr and U-Th-Pb systematics of alkaline rocks: the alkaline rocks from Italy*. *Geoch. Cosmoch. Acta*, 40, 238-295.
- VOLLMER R. (1977) - *Isotopic evidence for genetic relations between acid and alkaline rocks in Italy*. *Contr. Mineral. Petrol.*, 60, 109-118.