

RENATO CRISTOFOLINI (*)

LA MASSA SUBVULCANICA DI ACITREZZA (ETNA) (**)

RIASSUNTO. — Sono stati esaminati gli affioramenti di masse subvulcaniche a tendenza tholeiitica di Acitrezza. Nel complesso a prima vista assai omogeneo, per il quale lo studio petrochimico ha messo in evidenza differenze interpretabili mediante processi di cristallizzazione frazionata a bassa pressione, si notano ridotte estensioni di colate subacquee e la presenza di prodotti di infiltrazione tardiva di origine non chiarita.

Il carattere nettamente più alcalino degli affioramenti del Faraglione Grande sarebbe riferibile in via ipotetica o alla concentrazione di volatili in prossimità del tetto impermeabile della massa subvulcanica, o all'iniezione in tempi diversi di un magma originariamente più alcalino.

SUMMARY. — The volcanic rocks which outcrop on the coast and in skerries at Acitrezza, Etna, represent the upper part of a shallow intrusion emplaced at least in part, beneath a thin cover of marly claystones (Sicilian) on the sea bed. The submarine character of the intrusion is proved by development of *pillows lavas* where the magma broke through its thin sedimentary cover, while the main part of the mass cooled sufficiently slowly to give well-defined columnar jointing. The massive rocks contain phenocrystic olivine, embedded in a felt of microcrystalline plagioclase (An_{60}) associated with anhedral poikilitic augite.

Chemically these rocks are very similar to subaerial flows with tholeiitic affinities from Adrano (SW slopes of Etna), and variation in their chemistry can be explained in terms of crystal fractionation at low pressure.

In the late stage of cooling, veins, chiefly composed of augite with minor plagioclase and zeolites, were injected into the main mass. Owing to their mineralogy and chemistry, these veins cannot be regarded as late differentiates from a basaltic magma: their origin is therefore quite obscure, but is probably related to ionic diffusion by means of hot fluids after the main consolidation stage ended.

The samples from the skerry Faraglione Grande are modally and chemically different from the rocks along the coast line, showing a well defined alkaline character (Analcite, titanaugite zoned to egritic augite). This is possibly to be accounted for by migration of volatile-rich fluids into the upper part of the

(*) Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università, Catania.

(**) Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R.

intrusion, where they have been trapped by the impervious sedimentary cover. Alternatively a more alkaline, independently generated, magma could have been emplaced at a different time into the same level; up to now evidence is too poor for favouring either of the two hypotheses.

Introduzione.

Nella fascia costiera compresa fra Acicastello ed Acitrezza e nelle isolette (Faraglioni) ad essa prospicienti affiorano delle singolari masse eruttive, per la maggior parte riferibili ad intrusioni a debole profondità ed in minor misura ad effusioni in ambiente subacqueo, che per i loro caratteri d'affioramento e per la loro composizione modale e chimica hanno da lungo tempo richiamato l'attenzione degli studiosi dell'Etna (SARTORIUS V. WALTERHAUSEN, 1880; PLATANIA, 1903; DI FRANCO, 1926, 1930; WASHINGTON et al., 1936).

Recentemente STURIALE (1968) ha esaminato un punto di vista soprattutto vulcanologico e petrochimico gli affioramenti di questa zona, riconscendovi varie facies prevalentemente sulla base dei caratteri di affioramento, e tratteggiando le modalità della loro messa in posto. Sulla base di dati petrochimici e di alcuni indizi stratigrafici, CRISTOFOLINI (1972, 1973) riconosce per le manifestazioni di Acitrezza un'età tardo-siciliana ed una fondamentale analogia, sia pure con alcune differenze significative in alcuni dei caratteri esaminati, con i basalti a tendenza tholeiitica di Adrano; pertanto riferisce presuntivamente tutti questi prodotti ad un'unica fase di attività vulcanica, situabile nel tardo Siciliano.

KIEFFER (1971) sulla base di dati geomorfologici ritiene invece che si possa trattare di due episodi di età nettamente diversa. La soluzione di questo problema sta nell'accurata definizione del significato stratigrafico dei conglomerati delle Terre Forti, ad W di Catania, che secondo WEZEL (1967) chiudono il cielo trasgressivo Siciliano, mentre secondo KIEFFER (1971) sono attribuibili ad una deposizione più tarda (nel Riss), discordante sui terreni siciliani.

Nella zona di Acitrezza non si sono trovati nuovi elementi utili ad una miglior definizione dell'età dell'iniezione delle masse subvulcaniche ivi affioranti, ma l'esame di dettaglio di alcuni caratteri di campagna, inserito nel quadro geologico-petrografico generale, ha fornito indizi atti a chiarire alcuni fenomeni che hanno accompagnato il raffreddamento della massa magmatica.

Petrografia della massa subvulcanica di Acitrezza.

Lo studio è stato eseguito in base all'esame dettagliato degli affioramenti e ad una fitta campionatura lungo la fascia costiera, dalla punta meridionale di Acitrezza (Hotel Faraglioni) fino a N di questo abitato; è stato inoltre campionato il Faraglione Grande, immediatamente a S dell'Isola Lachea. Non si sono presi in considerazione gli affioramenti petrograficamente analoghi, ma molto più discontinui ed in grossi blocchi dei quali non si può accertare la posizione originaria, che si trovano a S di Acitrezza fino ad Acicastello. In Fig. 1 è presentata la carta degli affioramenti studiati con le varie facies riconosciute.

L'assoluta maggioranza degli affioramenti presenta un aspetto massiccio o molto finemente vacuolare, con una fessurazione prismatica generalmente ben sviluppata. La struttura è più comunemente doleritica, con pirosseno vistosamente pecilofitico, ma può variare fino a porfirica intergranulare, a seconda che si tratti di porzioni più interne o marginali delle masse subvulcaniche. Il grado di trasformazione deutERICA è generalmente abbastanza avanzato. Non mancano facies particolari che saranno meglio analizzate in seguito, tra cui sono da citare le lave a *pillows* a N del porto di Acitrezza.

I minerali magmatici essenziali presenti si limitano a plagioclasio, clinopirosseno e minerali opachi, ai quali si accompagna quasi sempre, ma in quantità relativamente scarsa, l'olivina in granuli di dimensioni rilevanti. I dati strutturali indicano l'olivina come unico minerale di cristallizzazione precoce, probabilmente intratellurica, seguita da plagioclasio e pirosseno pressoché contemporanei, cristallizzati successivamente alla messa in posto del magma. Tra i minerali secondari, largamente diffusi lungo i bordi delle minute ed irregolari cavità ed ai margini dei granuli olivinici, sono degli aggregati di montmorillonoidi, accompagnati da più scarse zeoliti (phillipsite) e talora da analcime.

Facies riconosciute ed interpretazione del loro significato.

Mentre la composizione mineralogica e l'aspetto di campagna delle manifestazioni eruttive di Acitrezza risultano poco significativi per una ricostruzione dei fenomeni che ne hanno accompagnato il consolidamento, maggiore importanza assume la distribuzione di dettaglio delle

varie fasi primarie e l'esame delle microstrutture presenti. Sulla scorta di questi dati si sono riconosciute diverse facies e se ne è interpretato il significato nell'ambito della massa subvulcanica di Acitrezza.

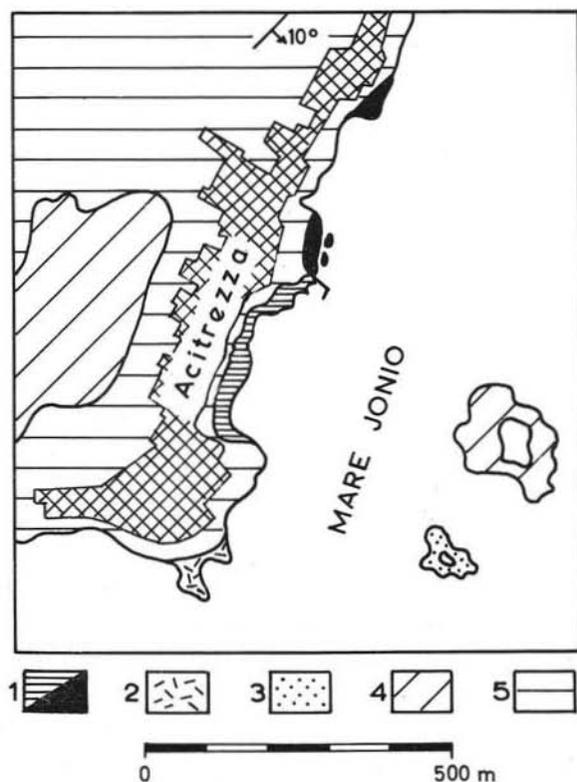


Fig. 1. — Carta degli affioramenti della massa subvulcanica di Acitrezza; 1 - basalti doleritici a fessurazione colonnare, lave a *pillows*; 2 - Area interessata da vene di iniezione tardiva; 3 - basalti doleritici con analcime; 4 - masse subvulcaniche coeve agli affioramenti studiati; 5 - argille marnose siciliane.

a) *Facies massicce a struttura doleritica, di consolidazione lenta.* Costituiscono gli affioramenti più estesi nell'area studiata, caratterizzati da rocce di colore grigio generalmente con fessurazione colonnare

assai ben sviluppata. In sezione trasversale i prismi di fessurazione mostrano una successione dm-ritmica di sottili intervalli più distintamente vacuolari alternati a letti massicci, oppure delle bande alternativamente più o meno resistenti all'azione degli agenti dell'alterazione. La presenza di questi intervalli, assai comune in masse magmatiche di consolidazione poco profonda ed in ambiente tranquillo, sembra da mettersi in relazione da una parte con il raffreddamento progressivo del fuso che diventa viscoso in misura sufficiente ad impedire la migrazione dei volatili, e dall'altra con la graduale liberazione dalle porzioni più profonde e più calde del fuso di una fase gassosa che solo in ben determinati momenti si raccoglierebbe in letti sostanzialmente iso-

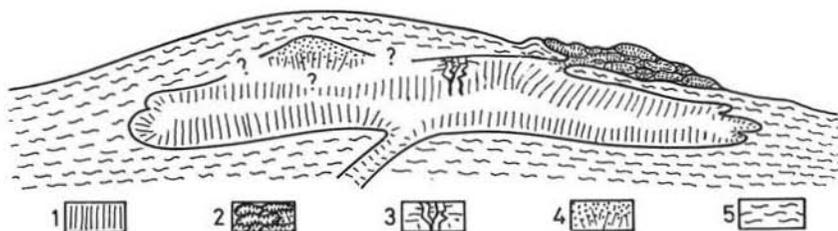


Fig. 2. — Schema dei presumibili rapporti che esistono tra i prodotti delle varie facies riconosciute nella massa subvulcanica di Acitrezza, desunto dallo studio di campagna e dai dati strutturali e petrochimici. 1 - basalti doleritici a fessurazione colonnare; 2 - lave a *pillows*; 3 - vene di infiltrazione tardiva; 4 - basalti doleritici con analcime; 5 - argille marnose.

termi di bolle del diametro di pochi mm, conservati poi nella massa solidificata.

L'olivina è in granuli delle dimensioni di qualche mm a tendenza nettamente idiomorfa, immersa in un fondo costituito da un feltro disordinato di lamine plagioclasiche microcristalline di labradorite AT An₆₀ da misure di *I'* secondo SMITH e GAY (1958) e SPADEA (1971), racchiuse in un mosaico di individui clinopirosenici caratteristicamente e vistosamente pecilofitici. Le dimensioni dei granuli pirossenici, tipicamente allotriomorfi, variano da campione a campione ma raggiungono spesso quelle dei più rari individui olivinici. All'esame microscopico il pirosseno mostra irregolari modeste variazioni di com-

TABELLA 1. — *Costanti reticolari di pirosseni di Acitrezza.*

	1a	3	10	20	1b	22c	16
a_0 Å	9.751	9.749	9.742	9.755	9.753	9.756	9.762
b_0 Å	8.901	8.912	8.910	8.905	8.912	8.913	8.908
c_0 Å	5.258	5.251	5.251	5.261	5.258	5.232	5.260
β	106.16°	106.11°	106.44°	106.42°	106.38°	106.13°	106.08°
a_0 sen β	9.366	9.363	9.343	9.346	9.363	9.369	9.383
1a, 3, 10:	pirosseni della massa principale						
20	: pirosseno di lava a <i>pillows</i>						
1b, 22c	: pirosseni delle vene tardive						
16	: pirosseno del Faraglione Grande						

posizione, evidenziate soprattutto dal colore variabile da toni grigio bruni molto pallidi fino a bruno non sensibilmente pleocroico. L'indagine diffrattometrica di polveri arricchite mediante bromoformio non sembra offrire indicazioni molto valde riguardo alla composizione del pirosseno in base al diagramma a_0 sen β/b_0 (sec. BROWN, 1960), come del resto si è già notato per pirosseni etnei di diversa provenienza da LO GIUDICE (1970a) e SPADEA (1972). Le costanti reticolari (ricavate secondo LO GIUDICE, 1971) per i pirosseni di questa e delle altre facies riconosciute, riportate in Tab. 1, indicano per tutti i casi analizzati una notevole omogeneità soprattutto per quanto riguarda il parametro b_0 (che dovrebbe essere particolarmente sensibile al rapporto Mg/Fe, benché troppo influenzato anche dallo stato di ossidazione di Fe e dal tenore in Al^{VI} sec. COLEMAN (1962) per poter essere utile in una sua precisa definizione). Il confronto dei valori a_0 sen β/b_0 dei pirosseni qui considerati con quelli di fenocristalli in altre vulcaniti etnee sembra mettere in evidenza delle analogie, apparentemente senza relazione sia con le probabilmente diverse condizioni ambientali di cristallizzazione, sia con la diversa composizione globale delle lave.

Completano la paragenesi primaria fini granulazioni opache di magnetite in granuli cubici ed ilmenite (?) lamellare.

Il grado di trasformazione di queste rocce è sempre piuttosto elevato: fasce criptocristalline di minerali nontronitici di colore bruno

($d_{001} \approx 14.5 \text{ \AA}$, espandibile a 17.6 \AA con glicerina; $d_{060} = 1.534 \text{ \AA}$) bordano frequentemente le pareti dei vacuoli e formano aggregati disordinati a carico delle porzioni interstiziali più minute. Notevole è la presenza di un più debole riflesso, riferibile a $d_0 7.3 \text{ \AA}$, non espandi-

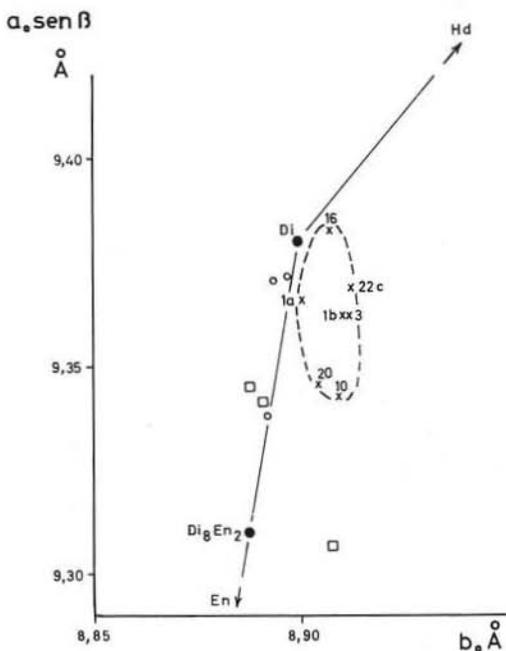


Fig. 3. — I pirosseni dei campioni studiati cadono in un campo sufficientemente ristretto: i dati, che secondo Brown (1960) indicherebbero composizioni molto spostate verso miscele fortemente diopsidiche, sono scarsamente significativi per precisare la composizione dei pirosseni considerati. Resta da notare che il pirosseno 16 (proveniente dal Faraglione Grande) sia il più ricco in diopside in accordo con i dati normativi su un altro campione dello stesso affioramento (an. 13. Fig. 16). \times Campioni qui esaminati; \square Pirosseni etnei analizzati da Lo Giudice (1970); \circ Pirosseni etnei analizzati da Spadea (1972); \bullet Composizioni di miscele pirosseniche secondo Brown (1960).

bile con glicerina, da collegare forse con la presenza di lamelle in aggregati disordinati incolori a birifrangenza bassa, identificabili in via ipotetica come clorite. L'olivina è spesso circondata da un bordo « iddingsitico », cui si accompagna più raramente una trasformazione spinta in carbonato. L'insieme dei dati di campagna e dei caratteri struttu-

rali (fenocristalli di olivina, plagioclasio microcristallino e pirosseno pecilitico) indica per queste masse una consolidazione lenta e tranquilla in ambiente subvulcanico.

b) *Facies di consolidazione rapida (Pillow lava)*. Dove le masse magmatiche hanno perforato la copertura argillosa a N del paese di Acitrezza (come pure ad Acicastello), si ha la formazione di lave a *pillows* più o meno ben sviluppati che nella loro parte più interna differiscono strutturalmente dalle più estese masse subvulcaniche per la grana più minuta della pasta di fondo a struttura intersertale, nella quale il pirosseno non si trova in granuli sviluppati ma forma una minuta granulazione di individui disorientati frammisti all'intreccio di lamelle plagioclasche. Un'analogia diversità strutturale tra prodotti di consolidamento lento e rapido rispettivamente è stata riscontrata nelle vulcaniti dell'ordine dei terrazzi di Adrano (CRISTOFOLINI, 1972).

c) *Facies d'infiltrazione tardiva*. In corrispondenza degli affioramenti più meridionali fra quelli qui considerati ed in prossimità di manifestazioni a fessurazione prismatica più irregolare ed a grana minuta, in un'area molto limitata, si trovano delle vene di materiale eruttivo potenti qualche cm iniettate fra i gunti delle fessure di raffreddamento, che talora ne sono state divaricate. Queste vene, costituite da un materiale scuro in cui predomina il pirosseno, sembrano riferibili alla iniezione di un fuso assai fluido successivamente o in una fase tardiva della consolidazione della massa principale. In questo materiale si trovano scarsi individui idiomorfi di olivina immersi in un mosaico di grossi cristalli augitici estremamente pecilitici, soprattutto ai bordi, saldati fra loro da una scarsa pasta di fondo microlitica costituita da un intreccio di lamelle plagioclasiche e minerali opachi interstiziali. Tra i prodotti di trasformazione, oltre ai minerali argillosi che presentano le stesse caratteristiche già viste per le facies intrusive, si riconosce la presenza di probabile phillipsite in aggregati fibroso-raggiati. Le vene di iniezione sono intersecate a loro volta da un fitto reticolato di venuzze carbonatiche, spesse qualche mm, che l'esame diffrattometrico, soprattutto in base $d_{10.4}$, ha indicato come composte prevalentemente di una fase calcitica, al limite della lacuna per le miscele $(Ca, Mg, Fe)CO_3$ (MORELLI, 1967). Dove queste raggiungono spessori dell'ordine del cm, le vene carbonatiche sono costituite da un impasto di frammenti di piccoli gusci, fra cui si riconoscono resti di gasteropodi e lamellibranchi, mentre dove si anastomiz-

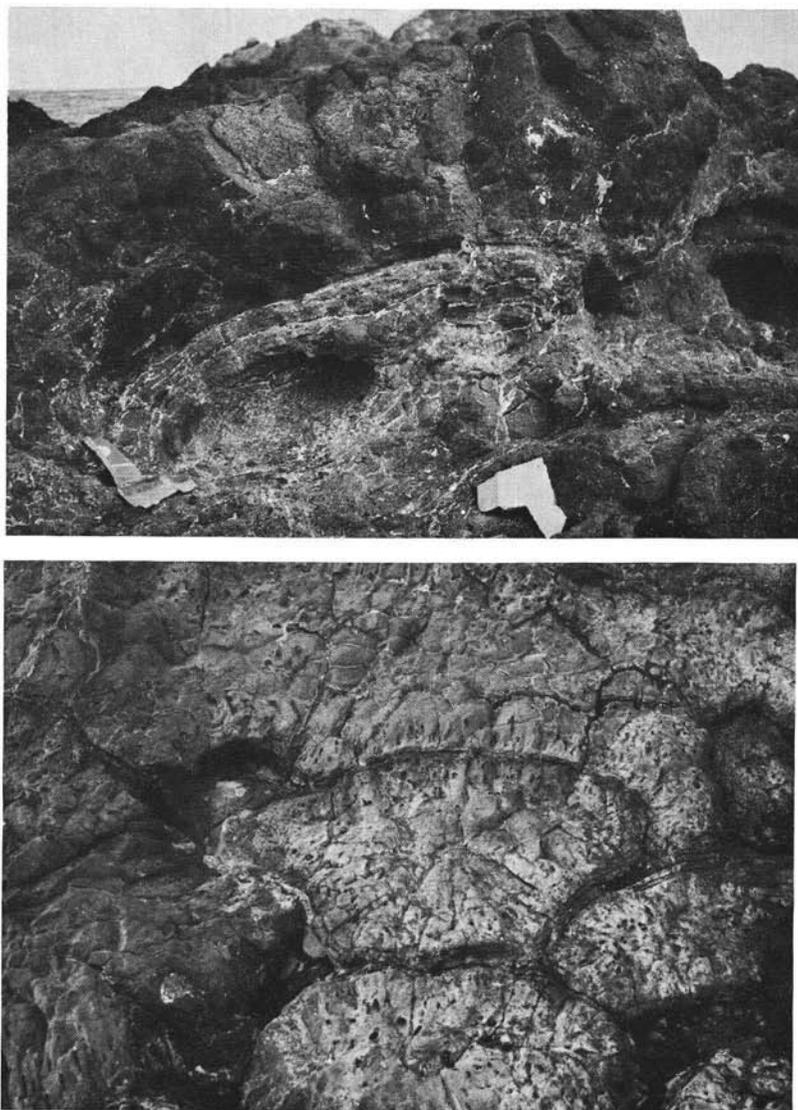


Fig. 4. — Lave a *pillows* a N del porticciolo di Acitrezza: *a*) si nota il fitto reticolato di venuzze carbonatiche e gli allineamenti di bolle riempite di zeoliti; *b*) si riconosce come i *pillows* si siano modellati gli uni sugli altri e si notano bolle tubolari (« pipe vesicles ») ad orientamento radiale, concentrate in una fascia prossima all'involucro più esterno.

TABELLA 2. — *Distanze interplanari dei minerali carbonatici delle vene tardive.*

hkl	1c d Å	22a d Å	22b d Å	Calcite d Å	Dolomite d Å
10.2	3.789	3.785	3.790	3.86	3.69
10.4	2.986	2.985	2.983	3.035	2.885
11.0	2.459	2.458	2.452	2.495	2.403
11.3	2.251	2.250	2.251	2.285	2.192
20.2	2.065	2.065	2.064	2.095	2.015
10.8	1.880	1.879	1.880	1.913	1.847
11.6	1.846	1.846	1.848	1.875	1.804

zano in riempimenti di fessure più esili; esse appaiono microcristalline. Pertanto pur presentando le vene carbonatiche, dei caratteri, come l'andamento irregolare e la frequente anastomosi, apparentemente indicativi di una genesi da fluidi molto mobili che impregnavano la massa rocciosa nei tardi stadi del suo raffreddamento, esse si devono ricondurre piuttosto ad un fenomeno di « spremitura » di fanghiglia carbonatica nel materiale eruttivo già raffreddato.

A luoghi il materiale delle vene tardive sembra aver operato una dissoluzione di parte della roccia incassante, che viene così a costituire dei blocchi fortemente arrotondati ed isolati fra di loro dai prodotti della fase di iniezione tardiva; questi mostrano un rapido passaggio verso il materiale iniziale, segnato da una fascia di transizione di pochi mm di spessore.

Altrove, ma sempre nel raggio di pochi metri, si trovano delle sottili vene costituite da un materiale scuro, dato in prevalenza da un aggregato pirossenico, con bordi diffusi verso le rocce incassanti, che seguono l'andamento dei giunti di fessurazione colonnare. Dove questi sono divaricati, essi sono riempiti da una breccia formata in prevalenza da blocchi di questo materiale scuro, cementati da abbondante materiale carbonatico nel quale si riconoscono abbondanti resti di organismi. Dove le fessurazioni non sono beanti, le vene assumono una tessitura massiccia e presentano un riempimento zoolitico o carbonatico nella parte mediana.

Esse mostrano infine dei chiari collegamenti con le frequenti infiltrazioni che si estendono entro la massa subvulcanica per alcuni dm lungo letti sinuosi e suborizzontali, spessi da pochi mm a qualche cm, che si notano nello scoglio vicino all'Hotel Faraglioni. Questi letti hanno un aspetto ed una mineralogia abbastanza vari: alcuni sono scuri e massicci, raramente associati a vene carbonatiche, altri sono vacuolari e di aspetto spugnoso, altri ancora hanno struttura microgranulare e mostrano irregolari amigdale riempite principalmente di phillipsite.



Fig. 5. — Sistema di vene d'iniezione tardiva: si riconoscono blocchi arrotondati di dimensioni variabili, costituiti di basalto doleritico, immersi nel materiale tardivo a sua volta interessato da un fitto sistema di sottili vene carbonatiche.

I materiali qui descritti mostrano come carattere comune, accanto ad indizi di grande mobilità, una notevole variabilità delle strutture e della composizione mineralogica. La presenza di zeoliti in vene d'infiltrazione ricche di fasi anidre, come il pirosseno, i contatti diffusi tra materiali tardivi e quelli francamente magmatici, la fitta fessurazione irregolare rinsaldata dal fitto reticolato di venuzze carbonatiche, sono tutti elementi che indicano una formazione in condizioni ambientali assai particolari che si sono verificate esclusivamente in zone assai ri-

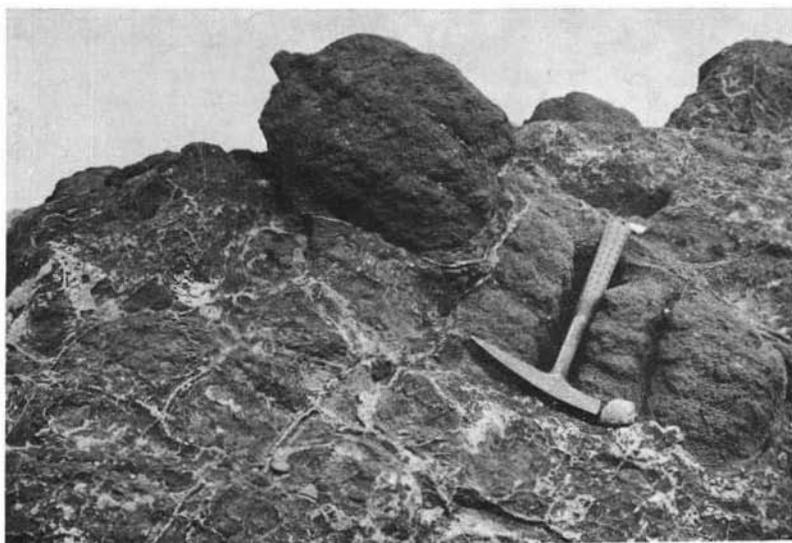


Fig. 6 *a)* e *b)*. — Particolari delle strutture di Fig. 5. Si osserva come il passaggio tra i blocchi doleritici ed il materiale tardivo sia segnato da una sottile fascia di transizione.

strette della massa subvulcanica. D'altra parte le zeoliti in amigdale ed i bordi diffusi del materiale tardivo sembrano indicare rispettivamente fenomeni di riempimento di cavità e di parziale sostituzione da parte di fluidi assai ricchi di fasi volatili, responsabili anche della messa in posto dei materiali d'infiltrazione tardiva. Mentre risulta abbastanza chiaro il meccanismo di messa in posto dei materiali costituenti queste vene tardive, la loro origine è assai oscura. Infatti i dati petrochimici e modali non indicano per queste vene tardive una com-



Fig. 7. — Filoncello a tessitura brecciata: i blocchi sono costituiti dal materiale magmatico di infiltrazione tardiva e sono cementati da abbondante materiale carbonatico.

posizione compatibile con quella di differenziati secondo uno schema evolutivo normale, o riconducibile a quello che ha generato per es. le « segregation veins » dei laghi di lava hawaiani (WRIGHT e FISKE, 1971). Si nota piuttosto un forte arricchimento in pirosseno assai simile a quello della massa subvulcanica principale (Tab. 1, col. 7).

D'altra parte il sensibile arricchimento in elementi ferro-magne-siaci non comporta una diminuzione del tenore in alcali (e calcio)



Fig. 8. — Sistema di vene tardive disposte su letti minori subparalleli, fortemente rilevate. Si può osservare che queste vene tardive tendono a perdersi e sono assai più discontinue verso il basso.



Fig. 9. — I letti tardivi non sono rigorosamente paralleli, ma si anatomizzano variamente e tendono spesso a chiudersi a lente.

(Tab. 3, an 1b). Ciò permette di escludere che si tratti di un puro differenziato per accumulo, come si può dedurre dal confronto dei parametri petrochimici comunemente adottati a questo scopo (S.I., rapporto di arricchimento ferrico), e dal leggero aumento del rapporto k e del tenore in P_2O_5 .



Fig. 10. — Particolare di una lente tardiva: si può notare come questa mostri un passaggio graduale verso la roccia incassante, e come il materiale zeolitico (bianco) tenda a concentrarsi nella porzione mediana della lente.

Per quanto riguarda i letti suborizzontali, localmente ricchi di phillipsite accanto a fasi di più elevata temperatura, essi sarebbero da mettere in relazione con fasce arricchite in fasi volatili, che avrebbero impregnato la roccia con effetti più vistosi lungo le fasce più vacuolari, essendo rimasti intrappolati in un ambiente relativamente freddo.

d) *Facies doleritiche con analcime*. Gli affioramenti di questo tipo sono confinati al Faraglione Grande: si tratta di uno scoglio separato dalla terra ferma mediante un braccio di mare che non permette di trarre indicazioni certe sull'appartenenza delle rocce qui affioranti

alla stessa massa che affiora lungo la costa. D'altra parte, come si vedrà, alcuni caratteri petrografici e chimici sono diversi e pongono il problema se le rocce del Faraglione Grande possano derivare per differenziazione dal magma dell'intrusione di Acitrezza, oppure se siano riferibili ad una diversa iniezione magmatica.

Il Faraglione Grande e la vicina Isola Lachea sono ricoperti nelle parti più elevate da lembi della copertura argilloso-marnosa indurita per termometamorfismo; pertanto si può concludere che la consolidazione magmatica è avvenuta qui in prossimità del tetto sedimentario. A scala microscopica non si ha tuttavia nessun indizio evidente di variazioni mineralogiche o strutturali correlabili con l'approssimarsi al contatto, mentre nella parte emersa del Faraglione la fessurazione prismatica si fa più evidente man mano che ci si allontana dalla copertura sedimentaria verso il basso.

La composizione mineralogica differisce nel dettaglio da quella degli affioramenti lungo la costa: mentre l'olivina è assai scarsa nelle rocce del Faraglione, si nota in esse la presenza di un abbondante feltro di plagioclasio microlitico, spesso intorbidato da minerali di neoformazione otticamente non risolvibili, nel quale è immerso un pirosseno anedrale relativamente scarso (20-25% vol.) e generalmente zonato. Il pirosseno si trova spesso in individui assai piccolissimi, di forma irregolare e dimensioni minute (qualche decina di μm), ma in alcuni campioni è in granuli di dimensioni maggiori (2-3 mm) con una porzione nucleare priva di inclusioni, riuniti spesso in aggregati irregolari ed associati a magnetite. In questi casi risulta particolarmente evidente una zonatura che va da un nucleo augitico di colore grigio pallido fino ad una discontinua periferia estrema di augite egirinica che tende a toni verdastri, attraverso un ampio involucro a tendenza titanogitica, di color malva molto pallido e pleocroismo poco sensibile.

Evidente fra i minerali dell'associazione primaria l'apatite in aghi molto sottili, inglobati nelle fasi silicatiche ed attraversanti indisturbatamente i contatti di queste.

Plaghe interstiziali rispetto al feltro plagioclasico, riferibili forse a vetro originario, sono costituite da aggregati cripto cristallini disordinati di colore bruno, in cui si riconoscono elementi lamellari probabilmente riferibili a minerali argillosi. Questi aggregati si insinuano anche fra gli individui plagioclasici e sono particolarmente abbondanti dove i processi deutericici sono stati più intensi; in questi punti la

roccia diviene poco coerente rispetto alle zone meno trasformate. Le cavità generalmente scarse e spesso di forma irregolare sono di norma parzialmente riempite di analcime al quale può seguire della calcite; phillipsite in aggregati di fibre a tendenza radiale si è formata talora dove la trasformazione è stata più profonda, sostituendo porzioni interstiziali della pasta di fondo.

Accanto ai tipi più comuni, dove la fessurazione colonnare è più marcata si hanno limitate fasce suborizzontali della potenza di circa un dm caratterizzate da una struttura granulare minuta a tendenza panallotriomorfa, costituite da un intreccio di irregolari lamine plagioclasiche con pirosseno a sviluppo prismatico e minori quantità di magnetite. In questo caso il pirosseno mostra al nucleo un carattere chiaramente titanautigite, con intensa colorazione e pleocroismo marcato (α = giallo bruno, β = ciclamino chiaro, γ = ciclamino). Esili bordi discontinui dei prismi o minuti cristalli dispersi nell'intreccio plagioclasico mostrano chiari caratteri egirinautigite con netta colorazione verde. Il plagioclasio, a composizione andesinica e poco zonato, mostra abbondanti inclusioni sia di minerali primari (pirosseno egirinautigite ed apatite), sia più frequentemente di analcime che occupa come prodotto di sostituzione plaghe irregolari a contorno ben definito nell'ospite plagioclasico. In posizione strutturale diversa altro analcime con fasce debolmente birifrangenti si trova a riempire parzialmente le cavità della roccia.

Alcuni dei caratteri riconosciuti per le rocce del Faraglione Grande, ed in particolare la presenza di analcime e di altre zeoliti, trovano riscontro anche tra quelli descritti per la massa dell'Isola Lachea (STURIALE, 1968), dove l'augite egirinica sembra invece confinata ad alcune vene di infiltrazione tardiva (STURIALE, 1961).

Complessivamente la stretta associazione spaziale e la posizione stratigrafica simile per tutte le rocce studiate sembrano indicare per esse un'origine comune; le differenze riscontrate tra le facies affioranti lungo la costa e quella del Faraglione Grande, ancor meglio evidenziate dall'analisi dei dati petrochimici, sarebbero perciò da imputare a processi differenziativi di uno stesso magma. Tuttavia il carattere nettamente più alcalino denunciato dalla composizione mineralogica (in particolare dal pirosseno titanautigite) e dal chimismo delle rocce del Faraglione Grande non sembra agevolmente conciliabile con semplici fenomeni evolutivi a partire da un magma comune per tutte le manifestazioni della zona di Acitrezza.

Chimismo e confronti petrochimici.

Sono stati analizzati cinque nuovi campioni della massa subvulcanica di Acitrezza ed uno del Faraglione Grande, con i risultati riportati in Tab. 3. Sono inoltre riportati nella stessa Tabella (an 1b) i dati chimici parziali di un campione delle vene tardive descritte nelle pagine che precedono.

I dati ottenuti mostrano una sensibile dispersione dei tenori di SiO_2 e MgO , mentre gli altri ossidi mostrano un campo di variabilità minore. Nel diagramma SiO_2 -Alcali le rocce analizzate mostrano un blando carattere alcalino, tuttavia non confermato dalla rielaborazione normativa dei dati petrochimici che indica per esse un carattere appena debolmente sottosaturo per la presenza di sola olivina. Il piro-

TABELLA 3. — *Analisi chimiche - percentuali ponderali.*

	1a	3	10	8	20	13	1b
SiO_2	46.93	47.10	49.71	49.22	46.31	47.00	
TiO_2	1.68	1.75	1.85	1.93	1.69	1.69	
Al_2O_3	14.57	14.51	13.89	13.69	15.22	15.95	
Fe_2O_3	3.77	5.22	4.92	4.68	5.51	4.26	5.39
FeO	6.11	6.15	5.46	5.68	4.80	5.70	6.39
MnO	0.14	0.12	0.14	0.13	0.14	0.14	0.16
MgO	9.73	7.30	7.05	7.56	7.90	6.42	11.47
CaO	9.24	8.92	8.58	8.96	9.61	9.50	8.01
Na_2O	2.70	3.22	3.32	3.27	3.22	4.69	2.87
K_2O	0.33	0.43	0.39	0.33	0.40	0.61	0.47
P_2O_5	0.14	0.29	0.48	0.43	0.23	0.55	0.27
H_2O^-	1.96	1.69	2.53	2.36	2.08	0.65	
H_2O^+	2.97	3.21	2.19	2.02	2.18	2.88	
Tot.	100.27	99.91	100.51	100.26	99.34	100.04	
S. I.	.44	.33	.34	.35	.37	.30	.42
$\text{FeO}_{\text{tot}}/\text{FeO}_{\text{tot}} + \text{MgO}$	0.50	0.59	0.59	0.57	0.55	0.61	0.50

1a, 3, 10, 8: facies di consolidazione lenta

20: lava a *pillows*

13: Faraglione Grande

1b: vene tardive

TABELLA 4. — *Coefficienti magmatici.*

	1	3	10	8	20	13
si	106.99	113.39	125.14	120.99	108.51	111.49
al	19.57	20.58	20.60	19.83	21.01	22.29
fm	51.42	48.25	47.54	48.28	46.96	41.87
e	22.56	23.00	23.13	23.59	24.11	24.13
alk	6.44	8.17	8.72	8.30	7.90	11.70
ti	2.88	3.17	3.50	3.57	2.98	3.01
p	0.13	0.29	0.51	0.45	0.23	0.55
w	0.36	0.43	0.44	0.42	0.51	0.40
k	0.07	0.08	0.07	0.66	0.07	0.08
mg	0.64	0.54	0.56	0.57	0.59	0.54
qz	-18.78	-19.29	-9.75	-12.23	-23.11	-35.31
Q	27.05	27.68	30.53	29.53	26.59	24.52
L	33.05	35.08	33.97	33.28	35.02	40.86
M	39.90	37.24	35.50	37.19	37.39	34.62
I.F. (*)	0.36	0.41	0.43	0.41	0.40	0.49

(*) I.F. = Indice Felsico ($\text{Na} + \text{K}/\text{Ca} + \text{Na} + \text{K}$).

Norme molecolari (sec. Barth)

	1	3	10	8	20	13(*)
Ap	0.29	0.65	1.04	0.93	0.47	1.17
Ilm	2.42	2.59	2.70	2.80	2.46	2.40
Mt	4.09	5.77	5.38	5.11	6.02	4.56
Or	2.00	2.36	2.40	2.00	2.34	3.65
Ab	25.25	30.65	31.25	30.70	30.61	32.05
An	27.80	25.34	22.15	22.70	27.29	21.25
Di	15.24	15.56	15.40	16.72	17.12	18.72
Hy	15.54	16.73	15.50	16.66	7.03	—
Ol	7.32	0.35	—	—	6.67	9.47
Ne	—	—	—	—	—	6.66
Q	—	—	3.80	1.31	—	—

(*) La norma 13, per il quadro mineralogico modale presentato dalla roccia (analcime, zeoliti, bordi irregolari di egirinangite di composizione ed in quantità non precisabili), non corrisponde ai dati modali.

TABELLA 5.

	N. Anal.	SiO ₂		N. Anal.	MgO
Acitrezza	13	$\bar{x} = 47.83$	$\sigma = 2.38$ C.V. = 4.84	14	$\bar{x} = 8.15$ $\sigma = 1.72$ C.V. = 21.15
Adrano- S. Maria L.	14	$\bar{x} = 49.17$	$\sigma = 1.57$ C.V. = 3.28	14	$\bar{x} = 8.75$ $\sigma = 1.82$ C.V. = 20.86
\bar{x} generale		48.53			8.45
σ_1^2		2.24			2.75
σ_2^2		11.38			57.05
F		5.06			20.74
\bar{x} : media. σ : deviaz. standard. C.V.: coeff. di variazione. σ_1^2 : varianza intraclasse. σ_2^2 : varianza interclasse.					

Nel complesso le analisi che si riferiscono alle manifestazioni di Acitrezza-Acicastello formano un gruppo assai omogeneo. Inoltre i dati esposti in Tab. 3, messi a confronto con quelli dei basalti a tendenza tholeiitica dell'Etna (CRISTOFOLINI, 1971, 1972), confermano la parentela delle manifestazioni di Adrano (ATZORI, 1966; CRISTOFOLINI, 1972; KIEFFER, in stampa; TANGUY, 1967) con quelle della zona di Acitrezza (STENGELIN, 1972; STURIALE, 1968; WASHINGTON et al., 1936).

L'esame statistico mediante il rapporto F di SNÉDECOR (Tab. 5) indica che per quanto riguarda i due ossidi che mostrano la maggior variabilità, MgO e SiO₂, i prodotti di Adrano e di Acitrezza mostrano differenze non significative nella distribuzione di SiO₂ e scarsamente significative (al livello di probabilità dell'1%) in quella di MgO.

La distribuzione dei punti rappresentativi nei diagrammi di variazione mette in evidenza, per quanto riguarda le manifestazioni eruttive della zona di Acitrezza-Acicastello, una dispersione tale da non permettere il riconoscimento di una chiara ed univoca tendenza evolutiva. Sembra tuttavia di poter riconoscere per le manifestazioni della massa di Acitrezza tenori sistematicamente minori per quanto riguarda

Al_2O_3 , K_2O e P_2O_5 rispetto a quelli che caratterizzano le altre magmatiti circostanti (fig. 12, 13).

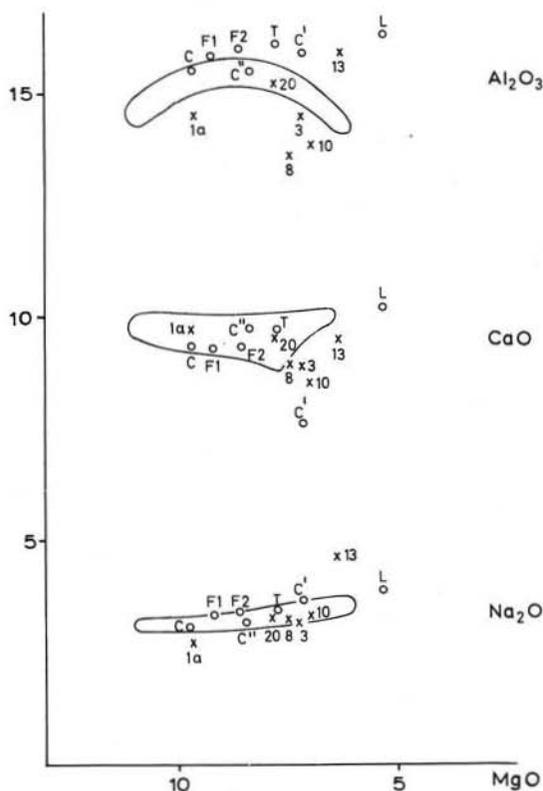


Fig. 12. — E' rappresentata la variazione dei tenori in Al_2O_3 , CaO e Na_2O rispetto a MgO per le rocce di Acitrezza-Aciastello. Anche qui sono evidenti le analogie con le lave della zona di Adrano (campo delimitato dalla curva a tratto intero). E' messo in evidenza il carattere più alcalino del campione 13 e la dispersione dei punti rappresentativi delle analisi di lave di Aciastello. Per la simboleggiatura si rimanda a Fig. 11.

Si può anche notare come i punti rappresentativi delle analisi di lave a *pillow* risultino piuttosto dispersi in tutti i diagrammi: ciò potrebbe esser messo in relazione con le particolari modalità della loro messa in posto, che da una parte limitano l'efficacia del frazionamento e dall'altra favoriscono fenomeni di lisciviazione e trasforma-

TABELLA 6.

1a	Media 20-3	Media 8-10	Plag An ₆₀	Aug.	Ol Fa ₁₃	Ol Fa ₂₅	Mt		
SiO ₂	46.93	46.70	49.46	53.42	52.53	39.85	39.53	0.07	SiO ₂
Al ₂ O ₃	14.57	14.86	13.79	29.74	2.93	.	.	1.90	Al ₂ O ₃
FeO _t	9.50	10.31	9.89	0.20	7.43	13.50	17.65	75.50	FeO _t
MgO	9.73	7.60	7.30	0.12	16.86	46.01	42.82	1.03	MgO
CaO	9.24	9.21	8.77	11.87	18.95	0.39	.	0.10	CaO
Na ₂ O	2.70	3.24	3.29	4.45	0.22	.	.	.	Na ₂ O
K ₂ O	0.33	0.41	0.36	0.19	.	.	.	.	K ₂ O
TiO ₂	1.68	1.72	1.89	0.07	0.87	.	.	23.06	TiO ₂
P ₂ O ₅	0.14	0.26	0.45	.	.	.	.	.	P ₂ O ₅
MnO	0.14	0.13	0.13	.	0.22	0.22	.	0.38	MnO

a)	Capo- stipite	Plag An ₆₀	Aug.	Ol Fa ₁₃	Mt	C	S
a.1	(1a)	99.57	— (9.51 + 5.34 + 6.33 + 0.32)	= 78.07	(media 20-3)	0.1409	
a.2	(media 20-3)	97.13	— (19.85 + 6.41 + 4.03 + 3.82)	= 63.00	(media 8-10)	0.3008	

b)	Capo- stipite	Plag An ₆₀	Aug.	Ol Fa ₂₅	Mt	C	S
b.1	(1a)	99.29	— (10.93 + 6.04 + 7.02 + 0.17)	= 75.12	(media 20-3)	0.1678	
b.2	(media 20-3)	97.01	— (20.47 + 6.69 + 4.46 + 3.67)	= 61.72	(media 8-10)	0.2600	

zione a bassa temperatura. Per alcuni caratteri (tenore SiO₂, rapporto di arricchimento ferrico) si hanno indicazioni che le lave di Acitrezza (c. 20, T) rappresentano uno studio evolutivo più avanzato di quelle di Acicastello (c. C, C''). Nella massa subvulcanica di Acitrezza, per la quale si può supporre una genesi attraverso una sola iniezione magmatica, le differenze riscontrate al suo interno sembrano riconducibili a fenomeni di frazionamento per sottrazione (o accumulo) di fasi di bassa pressione, secondo le modalità comunemente riconosciute per corpi intrusivi basici di ambiente poco profondo. In base a questa ipotesi si è indagato sui rapporti esistenti tra le analisi 1a, la media tra 20 e 3 e la media 8-10, con il metodo suggerito da BRYAN *et al.* (1969) e da CHAYES (1968), con lo scopo di raccogliere indicazioni

più precise sulle modalità dell'evoluzione magmatica nell'intrusione di Acitrezza.

In Tab. 6 è riportata la composizione delle fasi accanto a quella delle rocce che possono aver partecipato al frazionamento in ambiente di bassa pressione. Il calcolo equivale da un punto di vista formale all'esame di un diagramma di variazione multidimensionale, ammettendo che l'andamento della differenziazione non si discosti significativamente dalla linearità, e da un'informazione sulle proporzioni di minerali e rocce che si ritiene abbiano partecipato al frazionamento.

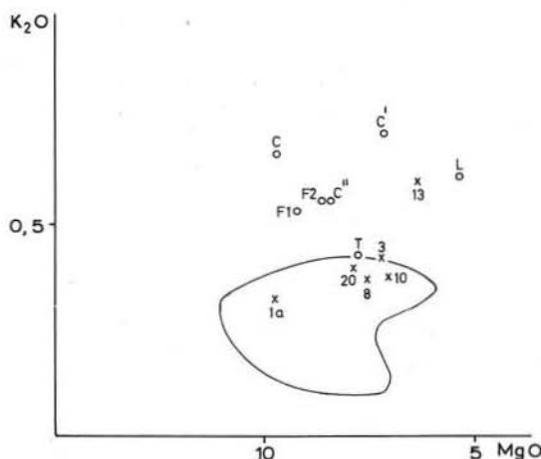


Fig. 13. — Nel diagramma è messo in evidenza il maggior tenore in K_2O di alcune manifestazioni della zona di Acicastello, rispetto a quello della zona di Acitrezza (prodotti qui analizzati e T). Per la simboleggiatura si rimanda a Fig. 11.

Il calcolo non dà il senso in cui avviene l'evoluzione, nè costituisce di per sé una prova che l'evoluzione sia effettivamente avvenuta con le modalità descritte: indicazioni di questo genere vanno ricavate sulla base di indizi geologici e petrografici, piuttosto che dai caratteri petrochimici delle rocce considerate.

I risultati di Tab. 6 possono essere interpretati nel modo seguente: da un magma *1a* leggermente arricchito in minerali femici, rispetto ad altri termini più basici della zona di Acicastello (C, F_1 , F_2 ; STU-

RIALE, 1968), per sottrazione di plagioclasio, olivina ed augite nelle proporzioni indicate (Tab. 6, caso a.1 o b.1) si ottengono dei prodotti prossimi alla media 20-3; da questa composizione e per sottrazione di fasi simili, ma in proporzioni diverse con netta prevalenza di plagioclasio (Tab. 6, caso a.2 o b.2), si passa a composizioni che approssimano la media 8-10. Ciò sembra inquadrabile in una fenomenologia evolutiva tipica di un ambiente di bassa pressione e con temperatura

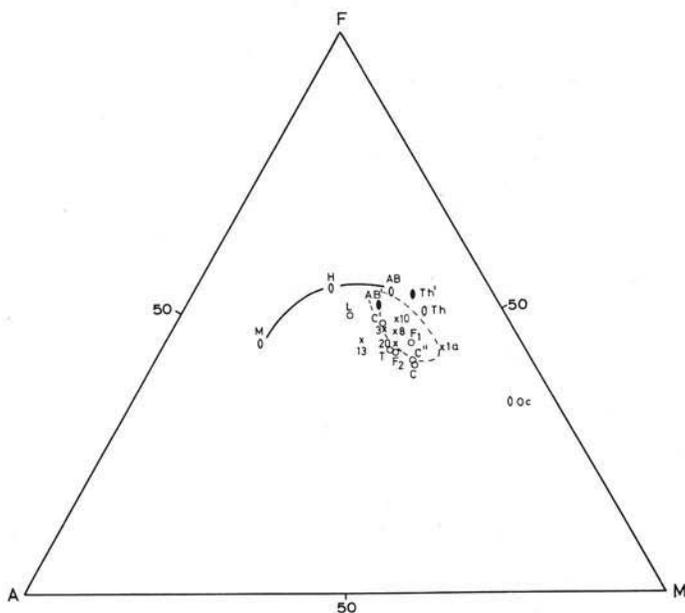


Fig. 14. — Le manifestazioni qui analizzate cadono nel campo delle vulcaniti di Adrano, con l'esclusione dei campioni 13 ed L che manifestano ancora il loro carattere sensibilmente più alcalino. Per i simboli vedi Fig. 11.

decrementi, ed è in accordo con i dati strutturali che indicano come gli intervalli di cristallizzazione delle fasi principali si siano sovrapposti durante la gran parte del processo di solidificazione magmatica, con genesi di strutture pecilitiche.

Resta da considerare l'analisi del Faraglione Grande 13, che risulta sensibilmente arricchita in alcali (e fosforo) rispetto alla media delle analisi di Acitrezza-Acicastello. Tendenze in parte analoghe si

possono notare anche per l'analisi del campione dell' Isola Lachea, L (STURIALE, 1968).

Come si è accennato in precedenza (vedi pag. 756), le evidenze geologiche mostrano come queste rocce si trovino vicine alla copertura sedimentaria impermeabile della massa subvulcanica ed assai prossime agli affioramenti della massa principale. Pertanto si potrebbe attribuire l'arricchimento in alcali e fosforo ad una migrazione di volatili

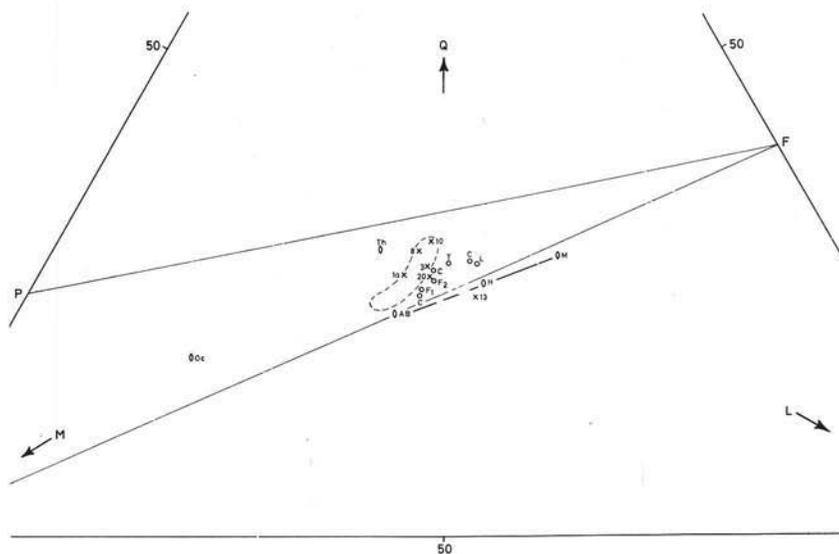


Fig. 15. — Il diagramma Q-L-M mostra come mentre alcuni campioni, provenienti prevalentemente dagli affioramenti di lave a *pillows* si scostano dalla tendenza evolutiva principale caratteristica dei prodotti a tendenza tholeiitica etnea, nella stessa si inseriscono bene le manifestazioni della massa subvulcanica di Acitrezza. Anche qui è messo in evidenza il carattere nettamente più alcalino del campione 13. Per la simboleggiatura si rimanda a Fig. 11.

provenienti dalle zone più profonde della massa iniettata, che si sarebbero accumulati localmente influenzando così in modo sensibile sulla composizione del fuso. Questo inizialmente poteva trovarsi su un punto ora non determinabile dalla linea evolutiva del magma di Acitrezza.

La possibilità che fenomeni di trasporto gassoso siano efficaci anche in tempi brevi nell'influenzare localmente la composizione di

Conclusioni.

Lo studio della massa eruttiva di Acitrezza ha messo in rilievo l'esistenza in un complesso di aspetto assai uniforme di facies poco estese in volume e di significato non perfettamente chiarito, che sono indice di una notevole complessità dei fenomeni connessi con la cristallizzazione del magma di Acitrezza.

Nel complesso questo sembra essere stato messo in posto per iniezione nei livelli sommitali delle argille marnose di età siciliana affioranti nella zona. Localmente la copertura sedimentaria è stata lacerata con conseguente formazione di lave a *pillows* (a N del porto di Acitrezza), mentre la parte prevalente è cristallizzata in corpi a fessurazione colonnare ben sviluppata, con strutture doleritiche caratterizzate da olivina prevalentemente in fenocristalli in un feltro di plagioclasio e pirosseno peecilofitico. In una zona assai ristretta si sono formate vene tardive costituite essenzialmente di pirosseno augitico, con minori percentuali di plagioclasio e zeoliti, con caratteri tessiturali compatibili solo con l'infiltrazione di fasi estremamente mobili in presenza di cospicue quantità di fasi volatili. Tuttavia l'origine dei materiali costituenti queste vene non appare sufficientemente chiara, dato che la loro composizione chimica e modale non si inquadra in quella di differenziati tardivi di magmi basaltici.

Dal punto di vista chimico i prodotti di questa massa mostrano affinità verso termini tholeiitici, e non differiscono sostanzialmente dalle antiche manifestazioni subaeree del versante sud-occidentale etneo affioranti tra Adrano e Biancavilla (CRISTOFOLINI, 1972).

Recentemente LO GIUDICE (1973) esclusivamente sulla base di un esame statistico di dati petrochimici di vulcaniti etnee e di un presunto carattere più alcalino delle manifestazioni di Acitrezza rispetto a quelle di Adrano ritiene che le differenze riscontrate tra le lave di queste due zone siano riconducibili ad una diversa profondità d'origine dei magmi.

Mentre il metodo d'analisi statistica adottato, con la normalizzazione e standardizzazione dei dati, maschera le variazioni significative di MgO e SiO_2 , mettendole allo stesso livello delle molto più limitate (ed in alcuni casi apparentemente casuali) variazioni degli altri ossidi, non viene considerata l'influenza che le diverse condizioni di frazio-

namento e modalità di messa in posto possono aver avuto nei due diversi casi.

Le analisi qui presentate inoltre mostrano come il tenore in alcali non sia caratteristicamente più elevato tra le rocce di Acitrezza rispetto a quelle di Adrano, mentre l'evoluzione petrochimica si può interpretare globalmente come dovuta a processi di frazionamento a bassa profondità.

Pertanto si ritiene qui che le differenze evolutive riscontrate siano da porre in relazione all'influenza di fenomeni differenziativi avvenuti in ambiente diverso: mentre un modello di frazionamento ad alta pressione sembra valido per le colate laviche di Adrano e Biancavilla (CRISTOFOLINI, 1972), una differenziazione a bassa pressione appare efficace nel caso di Acitrezza.

Per quanto riguarda gli affioramenti del Faraglione Grande, la loro composizione modale significativamente diversa da quella degli affioramenti lungo la costa, che indica un carattere sensibilmente più alcalino, sembra interpretabile come dovuta all'influenza di una intensa migrazione di volatili che sarebbero stati fissati nella roccia in prossimità della copertura impermeabile, oppure all'indipendente iniezione di un magma a carattere nettamente più alcalino. La mancanza di affioramenti continui non permette di dare una risposta definitiva a questo problema.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ATZORI P. (1966) - *La parete lavica fra Adrano e Biancavilla*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. (6), 18, 50-70.
- BARTH T. F. W. (1962) - *Theoretical petrology*. II ed., 416, Wiley, New York.
- BROWN G. M. (1960) - *The effect of ion substitution on the unit cell dimensions of the common clinopyroxenes*. Amer. Miner., 45, 15-38.
- BRYAN W. B., FINGER L. W., CHAYES F. (1969) - *Estimating proportions in petrographic mixing equations by least squares approximation*. Science, 163, 926-927.
- CHAYES F. (1968) - *A least squares approximation for estimating the amounts of petrographic partition products*. Miner. Petrogr. Acta, 14, 111-114.
- COLEMAN L. C. (1962) - *Effect of ionic substitution on the unit cell dimensions of synthetic diopside*. Geol. Soc. America. Buddington Volume, 429-446.
- CRISTOFOLINI R. (1971) - *La distribuzione del titanio nelle vulcaniti etnee*. Per. Miner., 40, 41-66.
- CRISTOFOLINI R. (1972) - *I basalti a tendenza tholeiitica dell'Etna*. Per. Miner. 41, 167-200.

- CRISTOFOLINI R. (1973) - *Recent trends in the study of Etna*. Phil. Trans. R. Soc. London, A 274, 17-35.
- DI FRANCO S. (1926) - *L'analcite e il basalto analcítico dell'Isola dei Ciclopi*. Boll. Soc. Geol. It., 45.
- DI FRANCO S. (1930) - *Ricerche petrografiche sulle lave dell'Etna*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. (5), 17, 120.
- KIEFFER G. (1971) - *Dépôts et niveaux marins et fluviatiles de la région de Caltane (Sicile)*. Méditerranée 5-6, 591-626.
- LO GIUDICE A. (1970) - *Caratteri petrografici e petrochimici delle lave del Complesso di Vavalaci (Etna)*. Rend. S.I.M.P., 26, 687-732.
- LO GIUDICE A. (1971) - *Un metodo di calcolo ed affinamento delle costanti reticolari dei cristalli monoclini*. Rend. S.I.M.P., 27, 205-210.
- LO GIUDICE A. (1971) - *Variazioni e discriminazioni petrochimiche entro e fra le lave dell'Etna*. Miner. Petr. Acta, 19, 3-42.
- MORELLI G. L. (1967) - *Determinazione delle fasi trigonali nel sistema $MgCo_3$ - $FeCO_3$ - $CaCO_3$ mediante la diffrazione dei raggi X*. Rend. S.I.M.P., 23, 315-332.
- PLATANIA G. (1903) - *Aci Castello - Ricerche geologiche e vulcanologiche*. Mem. Cl. Sc. R. Acc. Zelanti Acireale, 3, 2.
- RICHTER D. H. e MOORE J. G. (1966) - *The 1959-60 eruption of Kilauea Volcano, Hawaii*. Geol. Surv. Prof. Pap. 537/B, 26.
- ROMANO R. (1970) - *An example of tectonic control of magmatic differentiation*. Bull. Vole., 34, 823-832.
- SARTORIUS V., WALTERSHAUSEN W. (1880) - *Der Aetna*. Vol. II, Lipsia, 548, 2 carte vule.
- SMITH J. R. e GAY P. (1958) - *The powder pattern and lattice parameters of plagioclase feldspars. II*. Miner. Mag., 31, 744-762.
- SPADEA P. (1971) - *Studio diffrattometrico e determinazione con metodo della fusione di plagioclasti dell'Etna di composizione An_{51-59}* . Per. Miner., 40, 377-392.
- SPADEA P. (1972) - *Alcali basalti tra le lave antiche dell'Etna nell'area di Piedimonte Etneo (Etna NE)*. Rend. S.I.M.P., 28, 297-338.
- STURIALE C. (1961) - *Ricerche sulla formazione eruttiva dell'Isola Lachea (Aci Trezza)*. Riassunto. Rend. S.M.I., 17.
- STURIALE C. (1968) - *Le formazioni eruttive submarine a Nord di Catania*. Rend. S.I.M.P., 24, 313-346.
- STENGELIN R. (1971) - *Contributo alla conoscenza di alcuni vetri vulcanici italiani*. Per. Miner., 40, 269-280.
- TANGUY J. C. (1967) - *Présence de basaltes à caractère tholeïitique dans la zone de l'Etna*. C. R. Acad. Sc. Paris, 264, 21-24.
- WASHINGTON H. S., AUREUSSEAU M., KEYES M. G. (1936) - *The lavas of Etna*. Amer. Jour. Sc. (5), 12, 371-408.
- WEZEL F. C. (1967) - *I terreni quaternari del substrato dell'Etna*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. (6), 18 (Suppl. Sc. Geol.), 271-282.
- WRIGHT T. L. e FISKE R. S. (1971) - *Origin of the differentiated and hybrid lavas of Kilauea Volcano, Hawaii*. Jour. Petrol., 12, 1-65.