

LETTERIO VILLARI (\*)

L' ISOLA DI FILICUDI  
ED IL SUO SIGNIFICATO MAGMATOLOGICO

RIASSUNTO. — Vengono esposti i risultati di un'indagine vulcanologica e magmatologica sull'isola di Filicudi (Isole Eolie).

La ricostruzione del trend evolutivo che lega i magmi di Filicudi consente di individuare nella loro natura quello che può forse considerarsi il « magma capostipite dell'Arco Insulare Eoliano ».

Uno studio approfondito della geochimica di tale magma può quindi fornire preziose informazioni sulla natura del vulcanismo di archi insulari che, come le Eolie, sono legati a situazioni di subduzione di porzioni di Crosta Continentale.

E' nell'opinione dell'Autore che situazioni di tal genere, ricorrenti in tutto il bacino del Mediterraneo, siano da distinguere da situazioni più generali e meglio conosciute in cui lembi di Crosta Oceanica si trovano in condizioni di subduzione.

Viene quindi fornito un paragone con archi insulari « classici » posti nell'area circum-pacifica.

ABSTRACT. — In the present paper are exposed some results of the vulcanological and magmatological study of the island of Filicudi (Eolian Islands).

The evolutive trend from andesites to latites is characterized by the high  $K_2O$  content, even in the more undifferentiated terms. This calc-alkaline suite is originated mainly by fractional cristallization processes in a latite-andesitic magma, that is believed to be the parental magma of the Eolian Island Arc volcanism.

The geochemical and petrological data, if carefully evaluated, may give important informations on the genesis of the volcanism in the Island Arcs that, like Eolian Islands, are related to a sinking slab of Continental Crust.

According to the present Author such a structural setting, recurrent in the Mediterranean Area, must be distinguished from a more diffused and deply studied situation where the dowgoing slabs of the litosphere plate are capped by Oceanic Crust.

---

(\*) C.N.R. - Istituto Internazionale di Vulcanologia - V.le Regina Margherita, 6 - 95123 Catania.

### Introduzione.

L'isola di Filicudi è situata all'estremità Nord-occidentale dell'areo insulare Eoliano e si sviluppa su di una superficie di circa 10 kmq, raggiungendo la sua massima elevazione con il monte Fossa delle Felci (774 m s.l.m.).

Tra le isole dell'Arcipelago Eoliano, Filicudi sembra non aver mai suscitato l'interesse dei geologi e petrografi, che hanno preferito soffermare la propria curiosità scientifica su isole più «accessibili» e soprattutto non assolutamente prive di infrastrutture turistiche, come lo è ancora Filicudi.

Una prima descrizione della geologia dell'isola la si ritrova in CORTESE E. & SABATINI V. (10) ma le informazioni di carattere vulcanologico e petrografico che se ne ricavano sono estremamente insufficienti. Il BERGEAT A. ci fornisce quindi una più dettagliata descrizione geologica (4) e petrografica (5) che, pur essendo accurata e talvolta minuziosa, rimane qualecosa di puramente descrittivo, articolato secondo gli schemi in uso all'inizio del secolo.

Più recentemente, altri Autori si sono soffermati brevemente su Filicudi (25, 42, 43) interessandosi essenzialmente alla posizione stratigrafica che i prodotti dell'isola ricoprono nel quadro del vulcanismo eoliano, in base alla posizione altimetrica dei terrazzi pleistocenici.

Il presente studio fa parte di un programma di ricerca in corso presso l'Istituto Internazionale di Vulcanologia del C.N.R., sul vulcanismo andesitico del bacino del Mediterraneo e della Turchia e si basa su di un rilevamento geologico dell'isola in scala 1:10.000, eseguito dallo stesso Autore negli anni 1969-70 e pubblicato a cura del citato Istituto.

### Lineamenti geologici e vulcanologici.

L'isola di Filicudi risulta costituita dai prodotti di sei centri eruttivi riconoscibili, la cui successione è ricostruibile in base ai reciproci rapporti di giacitura. Il più antico di questi centri dovette essere situato nel tratto di mare immediatamente prospiciente alla costa in località Fili di Sciacca. Le sue lave, che appunto formano la faleisa denominata Fili di Sciacca, si immergono con una pendenza di circa 18° W verso l'interno dell'isola. Si tratta di una successione di colate di

modesto spessore, ricoperte da una superficie scoriacea e poco vescicolate nella parte interna. Non si osservano intercalazioni di prodotti piroclastici. La formazione della falesia e la scomparsa in mare del centro eruttivo sono da attribuirsi alla presenza di una faglia che prosegue più a Sud verso Piano del Porto, dove è parzialmente occultata da un banco di tufi che rappresentano l'evento eruttivo che chiude l'attività vulcanica dell'isola.

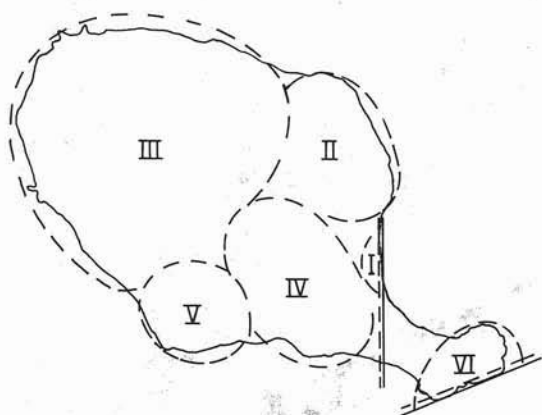


Fig. 1. — Schema vulcanologico-strutturale dell'isola di Filicudi. I numeri romani indicano i diversi centri eruttivi riconoscibili sull'isola nella loro successione temporale.

--- Faglie.

Alle lave dei Fili di Sciacca succedono nel tempo i prodotti del centro eruttivo di Zucco Grande, posto nel settore Nord-orientale dell'isola. L'edificio risulta costituito dalla successione di colate laviche, che localmente si alternano a banchi di scorie di limitata estensione, e da potenti depositi di piroclastiti con subordinate intercalazioni laviche. L'attività di questo centro eruttivo sembra essersi conclusa con una violenta fase esplosiva che ha interessato la sua parte centro-meridionale, dando luogo alla formazione di un ampio cratere eccentrico. All'interno di tale cratere si instaurò in seguito l'attività eruttiva del centro di M. Terrione, di cui si dirà tra breve.

Direttamente sovrapposti alle vulcaniti dello Zucco Grande sono i prodotti del centro eruttivo di Fossa delle Felci. E' questo indubbiamente l'edificio principale tra quelli oggi riconoscibili sull'isola. I suoi prodotti occupano circa i due terzi della superficie emersa del complesso vulcanico, assumendo la disposizione tipica degli strato-vulcani andesitici. La pendenza media dei fianchi dell'edificio è infatti com-

presa tra i 35° e i 38°, a causa della netta prevalenza dei prodotti piroelastici rispetto alle colate laviche. L'assetto morfologico che consegue alla disposizione periclinale di orizzonti talmente inclinati e praticamente privi di coesione, è perfettamente caratterizzato dagli scoscendimenti osservabili in contrada Sciara e presso Valle la Fossa.

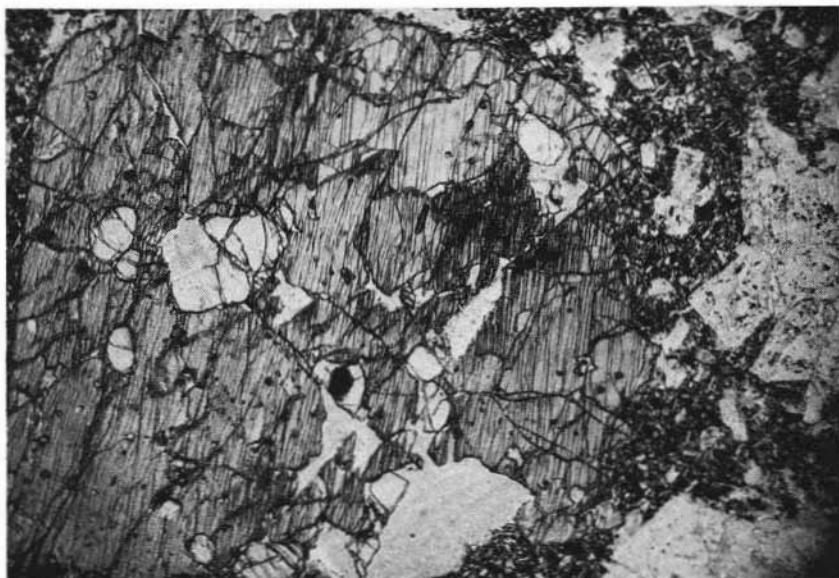


Fig. 2. — Fenocristallo di pirosseno pigeonitico con inclusi di olivina. « High-alumina basalt » delle Riberosse. (solo polar.; ingr. lin. 30)

I prodotti più recenti dell'attività di questo centro eruttivo sono costituiti da colate piuttosto spesse e brevi, denotando, con il loro aspetto morfologico, una aumentata viscosità delle lave emesse. E' possibile cioè distinguere una chiara evoluzione nella morfologia dei prodotti, che prelude alla messa in posto di ammassi domiformi, quali quelli della Montagnola e di Capo Graziano, e che trova un preciso riscontro nell'evoluzione magmatologica.

Le lave del centro eruttivo di Monte Terrione confermano infatti l'aumento di viscosità osservato nei prodotti finali di Fossa Felci, essendo costituite da spesse e tozze colate che frequentemente si sovrappongono a formare degli ammassi che simulano edifici domiformi.

Le piroclastiti sono praticamente assenti tra i prodotti di questo centro eruttivo ed anche le parti scoriaee alla base ed al tetto delle colate sono estremamente limitate.

Le due cupole di ristagno che costituiscono rispettivamente i centri eruttivi della Montagnola e di Capo Graziano, giacciono ambedue sulle

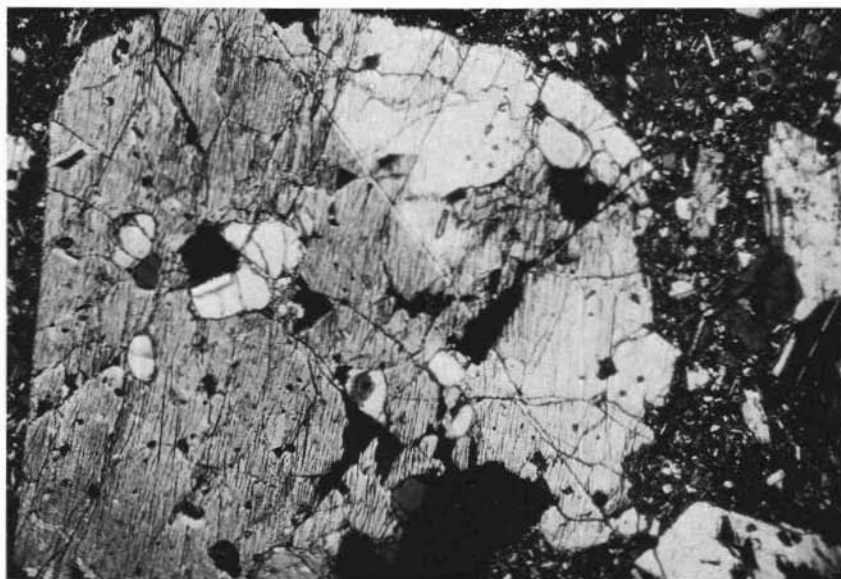


Fig. 3. — Stesso soggetto della foto precedente. (nicols incr.; ingr. lin. 30)

lave di Monte Terrione ma non è possibile stabilire un preciso ordine di successione tra gli eventi che hanno dato luogo alla loro messa in posto. Si è comunque ritenuto opportuno, per comodità di trattazione, assegnare alla cupola di Capo Graziano l'età più recente e con essa il ruolo di evento effusivo finale. La distinzione tra le due cupole non è comunque del tutto arbitraria, essendo basata sul loro stato di erosione che permette una grossolana distinzione. La cupola di Capo Graziano è sezionata nella sua parte Sud-orientale da una faglia con andamento N 60° E, che espone la parte più interna dell'edificio permettendo di constatare la diversità di composizione esistente tra il nucleo e la superficie della cupola (51).

L'ultimo evento eruttivo, a conclusione dell'attività vulcanica di Filicudi, è costituito da una violenta fase esplosiva che ha dato luogo alla messa in posto di un livello di tufi, diffuso su l'intera superficie dell'isola. Non è stato possibile localizzare con sicurezza la posizione del centro eruttivo responsabile dell'intensa attività esplosiva, ma si

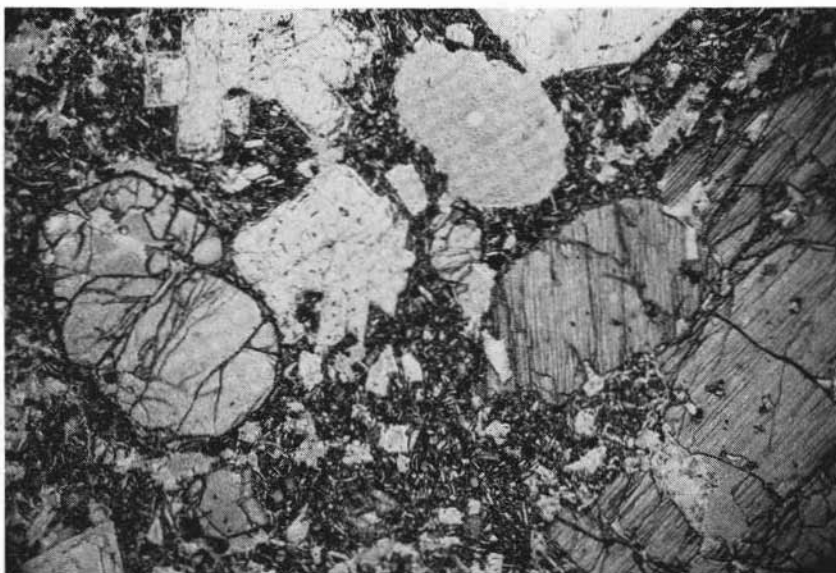


Fig. 4. — Fenocristi di olivina e di pirosseno pigeonitico nell'«high-alumina basalt» delle Riberosse. La visibile stabilità dell'olivina non trova riscontro in nessun'altra delle lave dell'isola. (solo polar.; ingr. lin. 30)

ritiene che esso dovesse esser situato nell'area sommitale dell'edificio di Fossa Felci. Lo spessore massimo del banco di tufi si riscontra infatti in località Riberosse, immediatamente ad Est della cima di Fossa Felci, dove esso è compreso tra i 130 ed i 170 metri. Il grado di litificazione del tufo in argomento non è mai estremamente elevato, pur conferendo in genere una discreta coesione all'orizzonte.

Per quanto riguarda la datazione assoluta del vulcanismo di Filicudi, sono in corso dei tentativi con metodi radio-isotopici (K/Ar), mentre gli unici elementi di cui attualmente si dispone si basano sulla posizione altimetrica dei terrazzi pleistocenici riconoscibili sull'isola. Come precedentemente accennato PICHLER H. (43) e KELLER J. (25) si

sono occupati delle correlazioni cronologiche basate sulla posizione sul livello del mare dei terrazzi pleistocenici, giungendo alle conclusioni, praticamente concordi, che l'attività vulcanica di Filicudi si è sviluppata sostanzialmente in un arco di tempo compreso tra la glaciazione del Mindel e quella del Würm. Per nulla concordi sono invece gli

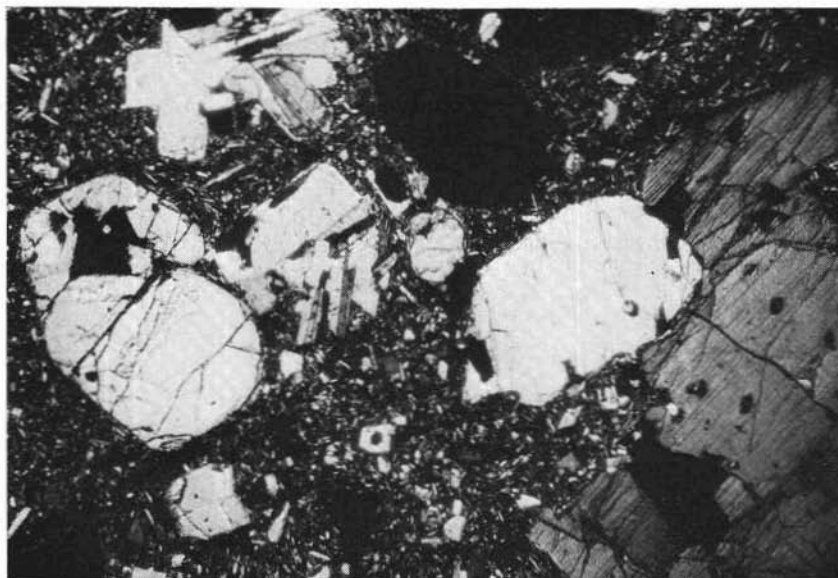


Fig. 5. — Stesso soggetto della foto precedente. (nicols iner.; ingr. lin. 30)

stessi Autori nello stabilire una successione nell'attività dei diversi centri eruttivi. Secondo PICHLER infatti la successione sarebbe data da Capo Graziano (Mindel), Fossa Felci (Tirreniano), Monte Terrione (Monastiriano), Montagnola (Würm). Per il KELLER invece Capo Graziano, Monte Terrione e Fossa Felci costituirebbero una fase pre-tirreniana, mentre la Montagnola e Zucco Grande (Würm) rappresenterebbero la ripresa dell'attività dopo un lungo periodo di quiescenza.

Una prima considerazione sulle osservazioni di questi Autori deriva dalla mancanza a Filicudi di qualsiasi traccia di importanti fasi erosive che avrebbero indubbiamente segnato i prodotti di questo complesso vulcanico, qualora la sua attività si fosse prolungata per un arco di tempo (Mindel-Würm) talmente ampio. Le osservazioni di campa-



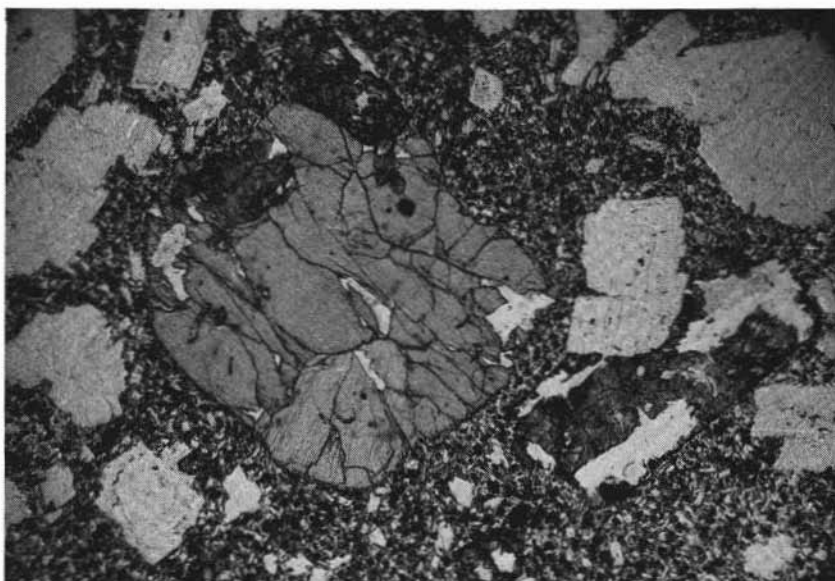


Fig. 6. — L'olivina, parzialmente inclusa nel pirosseno pigeonitico ed in cristalli idiomorfi, appare quasi totalmente serpentizzata. Andesiti dei Fili di Sciacca. (solo polar.; ingr. lin. 30)

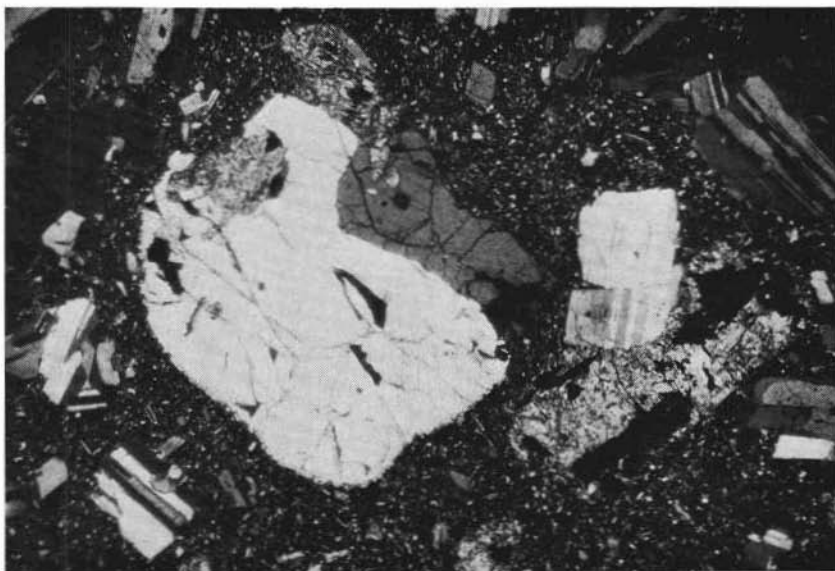


Fig. 7. — Stesso soggetto della foto precedente. (nicols incr.; ingr. lin. 30)



gna condotte nel corso del rilevamento geologico hanno comunque permesso di definire la presenza sull'isola di almeno quattro ordini di terrazzi, posti rispettivamente a 40-45 m, 25-30 m, 12-15 m e 6-8 m. Il più antico di essi (40-45 m) incide le vulcaniti di Fossa Felci presso la Grotta del Bue Marino, nella parte Sud-occidentale dell'isola, mentre i terrazzi di 25-30 m e di 12-15 m incidono presso Piano del Porto e Filo di Lorani (settore Sud-orientale) il banco di tufi che segna la fine dell'attività vulcanica a Filicudi. Si conclude col considerare quindi l'attività vulcanica di quest'isola appartenente ad una fase « pre-tirreniana » del vulcanismo delle Isole Eolie. Detta denominazione si riferisce allo schema cronologico adottato dal Pichler e dal Keller e corrisponderebbe, in base ad una recente revisione riferita alla costa tirrenica dell'Italia centrale (1), ad una fase precedente al 1° livello a *Strombus* (circa 230.000 anni).

Malgrado che sia opinione dell'Autore che le datazioni basate esclusivamente sulla posizione altimetrica dei terrazzi siano da considerare con estrema cautela, si ritiene che, data la buona correlazione dei dati esistenti per tutto l'Arcipelago Eoliano, le deduzioni cronologiche che se ne possono trarre siano genericamente valide.

### Considerazioni petrologiche e magmatologiche.

Si ritiene necessario chiarire inizialmente che la nomenclatura che verrà adottata nel corso della presente esposizione è basata sulla classificazione proposta da STRECKEISEN (48), facendo uso dei calcoli secondo RITTMANN (45) per definire i rapporti normativi tra i feldspati alcalini/plagioclasti/quarzo (o feldspatoidi) in percentuale di volume.

L'uso di una tale terminologia comporta una sostanziale restrizione del campo delle andesiti, sia a causa dell'alto contenuto di potassio che caratterizza questa serie di rocce e che ne determina la proiezione nel campo delle latit-andesiti, sia per il fatto che un largo numero di Autori estende il termine di « andesite » a rocce di affinità calc-alcalina con un contenuto di silice compreso tra 53% e 65%. Si preferisce comunque l'uso della classificazione di STRECKEISEN, perchè nel caso in esame essa mette bene in evidenza l'elevata « alcalinità » della serie, dovuta all'anomalo tenore di potassio.

Le lave di Filicudi possono essere suddivise in tre gruppi, in base alla loro posizione nel doppio triangolo di STRECKEISEN (fig. 9), malgrado che esse formino chiaramente una serie continua di evoluzione.

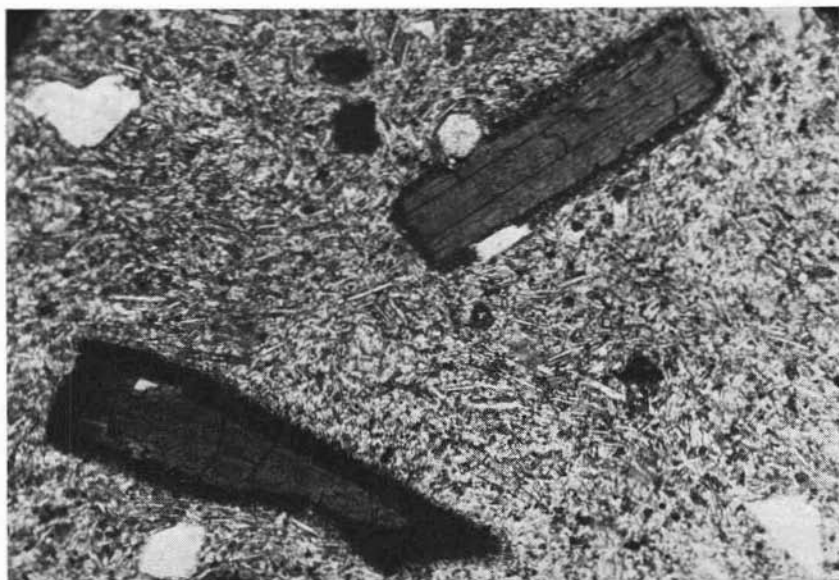


Fig. 8. — La marea banda di ossidazione dell'orneblenda e l'orlo di microliti di neoformazione che borda la biotite, mettono in evidenza le loro condizioni di disequilibrio nelle lave latitiche della Montagnola.

(solo polar.; ingr. lin. 110)

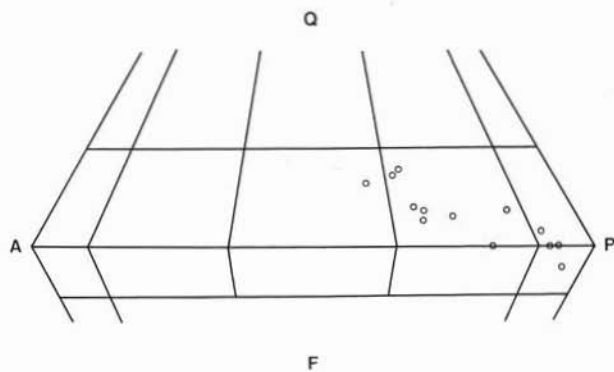


Fig. 9. — Proiezione nel doppio triangolo secondo STRECKEISEN delle vulcaniti di Filicudi.

Una siffatta suddivisione, oltre ad essere evidentemente connessa ad una semplice questione di nomenclatura, può riflettere abbastanza fedelmente, come sarà discusso in seguito, i processi di frazionamento che hanno condotto all'evoluzione della serie.

Il gruppo meglio rappresentato sull'isola è quello delle *latit-andesiti*, che costituiscono i prodotti dei tre edifici più importanti (Zucco Grande, Fossa Felci e Monte Terrione). Le loro lave hanno tessitura comunemente porfirica, con una massa di fondo costituita da microliti di plagioclasio, pirosseno monoclinico e vetro, in quantità più o meno abbondante. L'isorientamento dei microliti plagioclasici conferisce, a volte, carattere fluidale alla tessitura porfirica. Il componente più abbondante è il plagioclasio di tipo labradoritico che presenta spesso nei fenocristalli una zonatura di tipo oscillatorio con un contenuto di An compreso tra 72% e 58%. Nella massa di fondo i microliti plagioclasici otticamente risolvibili hanno rivelato una composizione compresa tra  $An_{54}$  e  $An_{66}$ . Frequenti sono le minute inclusioni di goccioline di vetro torbido, disposto spesso in bande concentriche concordi alla zonatura dei fenocristalli. Il fenomeno, che interessa frequentemente anche i fenocristalli di plagioclasio degli altri gruppi di vulcaniti presenti a Filicudi, è probabilmente da riconnettere a sostanziali variazioni della velocità di cristallizzazione in seguito ad improvvise e violente degassazioni in concomitanza con eventi eruttivi.

Nelle lave di questo gruppo sono costantemente presenti due pirosseni. Il pirosseno monoclinico ( $2V_{\gamma}$   $56^{\circ}$ - $58^{\circ}$ ;  $c \wedge \gamma$   $40^{\circ}$ - $43^{\circ}$ ) di tipo augitico è il più abbondante tra i fenocristalli dei minerali femici ed, a differenza del pirosseno ortorombico, è presente anche nella massa di fondo. Sono frequenti gli aggregati glomerofirici di pirosseno monoclinico e plagioclasio.

Il pirosseno ortorombico è generalmente meno abbondante del monoclinico e quasi esclusivamente in forma di microfenocristalli ( $2V_{\alpha}$   $80^{\circ}$ - $85^{\circ}$ ;  $Fs_{15-18}$ ). Nei termini più ricchi in silice (55%-56%) di questo gruppo di vulcaniti, il pirosseno ortorombico è spesso zonato e mostra un arricchimento in Fs nelle zone più esterne. E' abbastanza frequente, inoltre, osservare individui di pirosseno ortorombico che presentano una banda esterna costituita da pirosseno monoclinico.

L'olivina, anche se non costantemente, è spesso presente nelle latit-andesiti dove si trova chiaramente in condizioni di instabilità. Si tratta sempre di individui che nulla più conservano del loro habitus cristallino, essendo abbondantemente riassorbiti lungo i margini, dove hanno

dato luogo alla formazione di pirosseni e di minerali opachi. Le olivine sono inoltre sempre profondamente alterate e quasi interamente trasformate in materiale iddingsitico e serpentinoso. La loro originaria composizione non è otticamente riconoscibile.

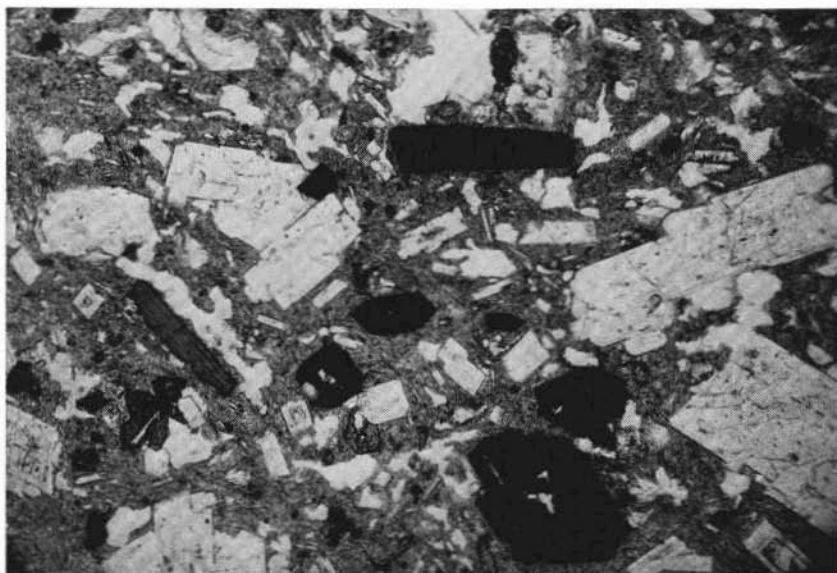


Fig. 10. — Fenocristalli di orneblenda e biotite nelle lave latitiche di Capo Graziano. La grana molto più grossolana del plagioclasio distingue la tessitura di queste lave da quelle della Montagnola. (solo polar.; ingr. lin. 30)

Nella massa di fondo di queste lave sono presenti tutti i minerali descritti come fenocristalli, tranne il pirosseno ortorombico, nonchè apatite ed opachi quali accessori.

Il gruppo delle *andesiti* è limitato alle lave che affiorano lungo la falesia presso Fili di Sciacca e che rappresentano i prodotti del centro eruttivo più antico. A questo gruppo è stata associata anche una lava rinvenuta come incluso nel livello di tufi che segnano la fine dell'attività eruttiva sull'isola, anche se essa meriterebbe di essere definita « high-alumina basalt » per il suo elevato indice di colore (C.I. 40, 13).

Il plagioclasio è, anche per queste lave, il minerale più abbondante specie nella massa di fondo, dove è associato ad olivina, piro-

seno e magnetite. I fenocristalli, di tipo bytownitico, sono spesso zonati e presentano una variazione nel contenuto di An compresa tra 69% ed 82%, mentre i microliti hanno una composizione che oscilla tra  $An_{65}$  e  $An_{74}$ .

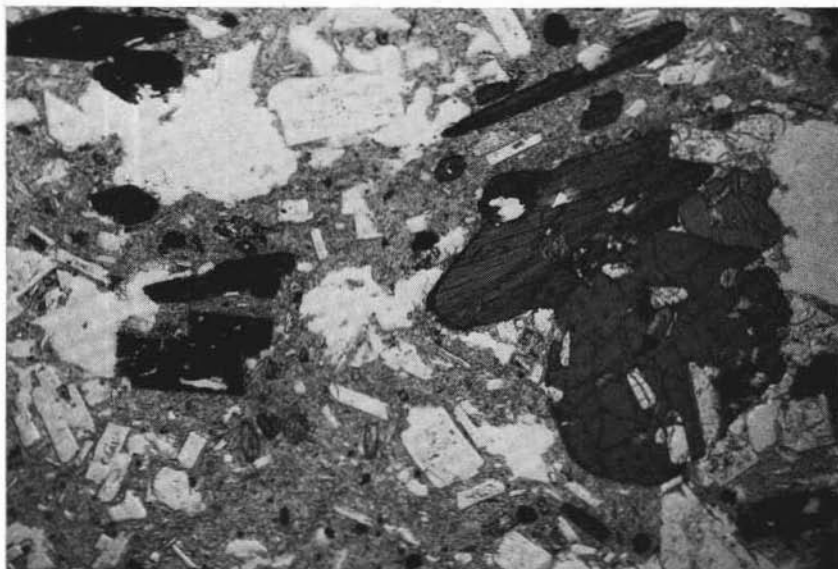


Fig. 11. — Fenocristalli di orneblenda con inclusi di pirosseno monoclinico e plagioclasio. Il perfetto idiomorfismo di alcuni fenocristalli e la mancanza di orli riassorbiti, indicano le condizioni di equilibrio dell'orneblenda nelle parti più interne della eupola di Capo Graziano. (solo polar.; ingr. lin. 30)

Il pirosseno è di tipo monoclinico e presenta le caratteristiche di una varietà pigeonitica ( $2V_{\gamma}$  22°-26°;  $c \wedge \gamma$  38°-40°). I fenocristalli sono spesso geminati e ricchi di inclusi di olivina. Non è stata riscontrata la presenza di pirosseno ortorombico.

L'olivina è abbastanza abbondante tra i femici, sia come fenocristalli che come microliti, ma quasi sempre otticamente non risolvibile perchè interamente trasformata in prodotti serpentinosi. Unica eccezione è rappresentata dall'incluso di tipo « high-alumina basalt », in cui l'olivina è perfettamente fresca ed in condizioni di stabilità. I suoi caratteri ottici ( $2V_{\gamma}$  98°-100°) ne individuano la natura magnesifera con una composizione compresa tra  $Fa_{30}$  ed  $Fa_{35}$ .

Il gruppo delle *latiti* è rappresentato dalle lave delle due cupole di ristagno (La Montagnola e Capo Graziano) che si trovano lungo il margine meridionale dell'isola. In effetti le lave ricadono a cavaliere rispetto al limite dei campi latit-andesiti/latiti, ma i loro caratteri chimici e petrografici, peraltro molto uniformi, le accostano molto di più al gruppo delle latiti che a quello delle latit-andesiti.

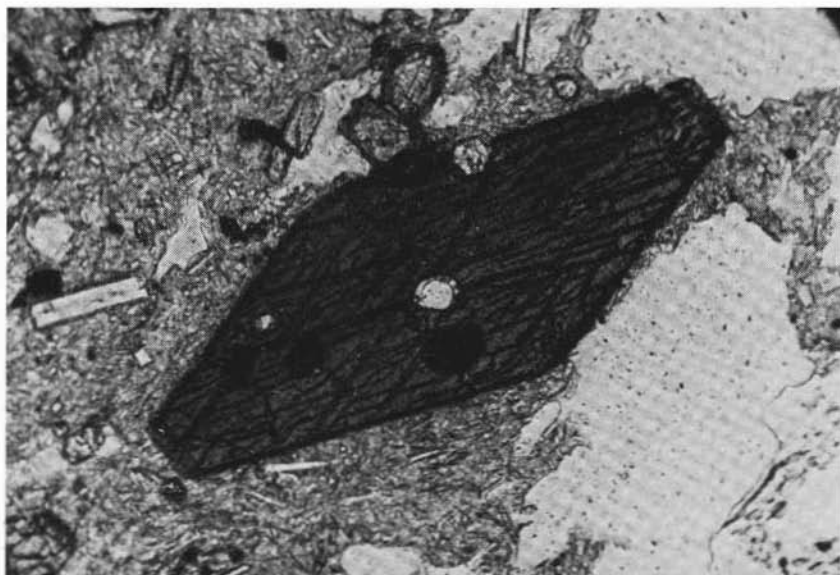


Fig. 12. — Fenocrystallo di orbendula con inclusi di pirosseno monoclinico e magnetite Latiti di Capo Graziano. (solo polar.; ingr. lin. 110)

Si tratta di lave molto chiare (C.I. 12,96-14,88) a tessitura porfirica, con una massa di fondo costituita da microliti plagioclasici, pirosseno monoclinico e pochissimo vetro. Apatite ed opaciti sono presenti come minerali accessori.

Il plagioclasio è di gran lunga il minerale più abbondante, sia in fenocristalli che in microliti. Esso presenta frequentemente una accentuata zonatura e spesso i fenocristalli sono profondamente fratturati. Si osservano talvolta nel plagioclasio inclusioni di anfibolo monoclinico e pirosseno. I fenocristalli non presentano zonatura oscillatoria, ma la loro composizione varia gradualmente da  $An_{60-65}$  al nucleo ad  $An_{49-51}$  agli orli; i microliti hanno un contenuto di  $An$  compreso tra 47% e 54%.

L'anfibolo è, tra i femici, molto ben rappresentato e nelle lave di Capo Graziano decisamente il più abbondante. Esso è un anfibolo monoclinico di tipo orneblenda comune ( $2V_{\alpha}$   $82^{\circ}$ - $85^{\circ}$ ;  $c \wedge \gamma$   $17^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ) con un intenso pleocroismo per colori che variano dal giallo-bruno al bruno-rossastro, il suo grado di ossidazione è alquanto variabile ma sempre notevolmente elevato. Lo stato di disequilibrio tra l'anfibolo e la massa fusa restante in condizioni di consolidamento di tipo vulcanico appare evidente per la presenza di vaste aree di riassorbimento agli orli dei fenocristalli, che risultano normalmente bordati da una fascia di microliti di neoformazione essenzialmente costituiti da opaciti. La presenza di orneblenda in queste vulcaniti è probabilmente legata all'elevata viscosità del magma che ha dato loro origine, ed alla influenza di questa sulla tensione di vapore. Le condizioni di consolidamento in grandi ammassi domiformi hanno inoltre sicuramente agevolato la formazione dell'anfibolo, riproducendo una situazione di tipo subvulcanico, almeno nelle parti più interne degli edifici.

Nelle latiti sono presenti due pirosseni. Il più abbondante dei due è indubbiamente il pirosseno monoclinico ( $2V_{\gamma}$   $51^{\circ}$ - $54^{\circ}$ ;  $c \wedge \gamma$   $41^{\circ}$ - $44^{\circ}$ ), presente anche nella massa di fondo. Il pirosseno ortorombico è particolarmente abbondante nelle lave della Montagnola mentre è limitato a qualche raro individuo nelle lave di Capo Graziano. I suoi caratteri ottici ( $2V_{\alpha}$   $55^{\circ}$ - $59^{\circ}$ ) lo definiscono come un termine più ricco in ferro (Fs 37-40%) rispetto al termine bronzitico diffuso nelle lave del gruppo latit-andesitico.

La biotite è tra i femici il meno diffuso ed anch'esso, come l'anfibolo, in evidente condizione di disequilibrio con la massa fusa restante. E' presente esclusivamente sotto forma di fenocristalli, sempre bordati da un orlo di microliti pirossenici e da opaciti che ne segnalano l'instabilità. Essa è molto più frequente nelle lave della Montagnola che non in quelle di Capo Graziano, dove è limitata a pochi rari individui.

Nella Tabella 1 sono riportate le analisi chimiche di 13 campioni che rappresentano, anche quantitativamente, le vulcaniti presenti sull'isola. La « norma di Rittmann » è stata utilizzata per la loro classificazione, mentre la « norma C.I.P.W. » verrà presa in considerazione per i confronti che verranno fatti con vulcaniti di alcuni tra i più conosciuti archi insulari Circum-pacifici.

Nella terminologia in uso i ricercatori di lingua anglo-sassone le lave di Filicudi assumerebbero la definizione di « andesiti », tranne per



ISOLA DI FILICUDI - ANALISI CHIMICHE

	F 42i	F 37	F 36	F 136	F 8	F 119	F 19	F 30	F 40a	F 25	F 5	F 22	F 1
SiO <sub>2</sub>	47,70	47,90	47,93	48,90	52,83	53,35	53,45	54,35	55,00	55,85	59,45	59,72	60,87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,18	18,53	18,32	18,60	16,88	17,00	16,56	17,14	17,36	16,88	17,20	16,05	16,57
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,86	3,85	6,43	4,99	4,91	4,39	4,75	4,02	5,48	4,87	3,60	3,19	1,63
FeO	6,89	5,74	4,02	4,52	3,37	2,80	3,80	3,59	2,72	2,87	1,81	3,66	2,58
MnO	0,18	0,18	0,20	0,15	0,10	0,15	0,21	0,15	0,14	0,12	0,17	0,16	0,09
MgO	8,06	4,03	5,04	4,43	4,83	5,44	4,23	4,13	4,43	4,23	2,65	1,61	2,21
CaO	12,32	10,93	10,93	11,21	9,25	8,97	9,53	8,69	8,41	7,99	6,42	6,31	6,03
Na <sub>2</sub> O	2,44	2,44	2,42	2,52	3,56	2,64	2,72	2,86	2,86	3,14	3,30	3,58	3,56
K <sub>2</sub> O	1,02	1,20	1,22	1,22	1,86	1,60	1,86	2,02	1,90	2,26	2,78	2,56	3,06
TiO <sub>2</sub>	0,75	0,90	0,88	0,75	0,57	0,90	0,70	0,73	0,75	0,55	0,77	0,90	0,82
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,18	0,31	0,32	0,17	0,15	0,15	0,33	0,96	0,20	0,20	0,22	0,27	0,21
H <sub>2</sub> O	0,27	0,49	0,51	0,37	0,17	0,59	0,41	0,28	0,38	0,14	0,35	0,40	0,62
P. C.	0,90	2,92	2,31	2,38	1,63	1,71	1,23	0,73	0,96	0,84	0,88	1,28	1,79
	99,75	99,42	100,53	100,21	100,11	99,69	99,78	99,65	100,59	99,94	99,60	99,69	100,04

- |  |  |
|--|--|
| <p>F 42i - Filicudi, Isole Eolie. « High-alumina basalt », incluso nei tuffi delle Riberosse. (Anal.: M. Carà).</p> <p>F 37 - Filicudi, Isole Eolie. Andesite dei Fili di Sciaccia. (Anal.: M. Carà).</p> <p>F 36 - Filicudi, Isole Eolie. Andesite dei Fili di Sciaccia. (Anal.: M. Carà).</p> <p>F 136 - Filicudi, Isole Eolie. Andesite dei Fili di Sciaccia. (Anal.: M. Carà).</p> <p>F 8 - Filicudi, Isole Eolie. Latit-andesite dello Zucco Grande. (Anal. L. Villari).</p> <p>F 119 - Filicudi, Isole Eolie. Latit-andesite di C.da Siccagni, edificio vulcanico di Fossa Felci. (Anal.: M. Carà).</p> <p>F 19 - Filicudi, Isole Eolie. Latit-andesite di V.ne Ghianda, edificio vulcanico di Fossa Felci. (Anal.: L. Villari).</p> | <p>F 30 - Filicudi, Isole Eolie. Latit-andesite di Monte Terrione. (Anal.: M. Carà).</p> <p>F 40a - Filicudi, Isole Eolie. Latit-andesite di Fossa Felci. (Anal.: M. Carà).</p> <p>F 25 - Filicudi, Isole Eolie. Latit-andesite di C.da Canale, edificio vulcanico di Monte Terrione. (Anal.: L. Villari).</p> <p>F 5 - Filicudi, Isole Eolie. « Latite » di Capo Graziano, parte più interna della cupola. (Anal.: L. Villari).</p> <p>F 22 - Filicudi, Isole Eolie. « Latite della Montagnola. (Anal.: L. Villari).</p> <p>F 1 - Filicudi, Isole Eolie. Latite di Capo Graziano, parte superficiale della cupola. (Anal.: L. Villari).</p> |
|--|--|

NORMA C. I. P. W.

	F 42i	F 37	F 36	F 136	F 8	F 119	F 19	F 30	F 40a	F 25	F 5	F 22	F 1	
Q	—	1,24	2,31	2,37	2,12	7,81	7,50	8,78	9,54	8,66	13,95	14,66	13,65	
or	6,03	7,09	7,21	7,21	11,17	9,45	10,99	11,93	11,23	13,35	16,42	15,12	18,08	
ab	18,03	20,64	20,47	21,31	30,61	22,33	23,00	24,19	24,19	26,56	27,91	30,28	30,11	
an	30,19	36,07	35,52	35,84	24,98	29,81	27,49	27,97	28,92	25,29	23,91	20,17	20,20	
ne	1,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
di	wo	12,42	6,73	6,93	7,79	8,62	5,72	7,36	3,70	4,79	5,44	2,71	3,91	3,48
	en	7,92	3,96	5,65	5,76	6,78	4,86	5,46	2,73	4,14	4,52	2,34	2,18	2,31
	fs	3,70	2,45	0,45	1,28	0,88	0,10	1,19	0,62	—	0,24	—	1,58	0,92
hy	en	—	6,08	6,90	5,27	5,44	8,68	5,07	7,55	6,88	6,01	4,25	1,83	3,20
	fs	—	3,76	0,54	1,17	0,71	0,19	1,10	1,72	—	0,32	—	1,32	1,28
ol	fo	8,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	fa	4,39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
mt	4,15	5,58	9,32	7,24	7,23	6,37	6,89	5,83	7,05	7,06	4,16	4,63	2,36	
il	1,42	1,71	1,67	2,32	1,10	1,71	1,33	1,39	1,42	1,04	1,46	1,71	1,56	
ap	0,43	0,74	0,76	0,40	0,36	0,36	0,78	2,28	0,47	0,47	0,52	0,64	0,50	
hm	—	—	—	—	—	—	—	—	0,62	—	0,73	—	—	

NORMA DI RITTMANN (% Vol.)

	F 42i	F 37	F 36	F 136	F 8	F 119	F 19	F 30	F 40a	F 25	F 5	F 22	F 1
Quarzo	—	—	—	—	—	5,59	5,51	7,21	6,67	6,34	12,78	14,51	14,18
Sanidino	3,20	3,88	4,19	3,99	12,83	8,41	11,46	12,58	11,18	15,53	20,79	20,19	25,13
Plagioclasio	55,40	67,50	65,65	66,57	59,14	58,91	55,54	56,71	58,02	54,60	51,88	50,37	47,70
Nefelina	1,22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Piroseno	26,46	24,47	22,36	24,43	23,06	24,54	24,39	19,19	21,34	20,90	12,15	11,93	10,83
Olivina	10,84	0,75	4,30	2,10	2,89	—	—	—	—	—	—	—	—
Magnetite	1,78	1,75	1,86	1,28	1,17	1,30	1,70	1,52	1,59	1,66	1,15	1,53	0,91
Ilmenite	0,66	0,95	0,91	1,23	0,55	0,91	0,67	0,75	0,75	0,53	0,78	0,87	0,80
Apatite	0,39	0,68	0,69	0,36	0,34	0,31	0,70	2,00	0,41	0,41	0,44	0,55	0,42

quanto riguarda le lave dei Fili di Sciacca e l'incluso delle Riberosse che sarebbero da considerare « basalti ». Secondo KUNO (31) infine tutte le vulcaniti dell'isola, tranne l'incluso (high-alumina-basalt), sarebbero da classificare come andesiti.

Una delle caratteristiche che risulta con maggiore evidenza dall'osservazione delle analisi chimiche è il tenore relativamente elevato di  $K_2O$ , che caratterizza l'intera serie di rocce. Inoltre, malgrado che esista una variazione pressochè continua in tutti gli ossidi maggiori delle vulcaniti in esame, è possibile osservare due ben distinte lacune nella variazione della silice, in corrispondenza dei limiti dei gruppi andesiti/latit-andesiti ( $SiO_2$  48,90/52,83%) e latit-andesiti/latiti ( $SiO_2$  55,85/59,45%). Tali lacune sono messe in evidenza anche nei diagrammi di variazione degli ossidi maggiori in funzione dell'indice di differenziazione (THORNTON & TUTTLE, 1960) (fig. 13).

Il contenuto di  $Al_2O_3$  è piuttosto disuniforme, ma praticamente compreso tra 16% e 17%, nell'intervallo D.I. 38-62; un aumento iniziale ( $Al_2O_3 > 18\%$ ) si osserva per valori di D.I. intorno a 30.

La variazione del contenuto di  $SiO_2$  mostra un incremento continuo in tutto l'intervallo rappresentato.

Gli alcali presentano anch'essi un continuo incremento che, per l' $Na_2O$  è limitato a valori compresi tra 2,5% e 3,5%, mentre per il  $K_2O$  è decisamente più sostanziale.

$MgO$  e  $CaO$  mostrano un complessivo decremento lungo l'intera serie, ma la variazione del  $CaO$  è molto più uniforme di quanto non lo sia quella dell' $MgO$ . Quest'ultimo infatti non presenta variazioni rilevanti nell'intervallo D.I. 28-50, dopo un brusco decremento iniziale che lo porta da valori dell'8% a valori intorno a 4-5%, scendendo quindi a concentrazioni dell'ordine del 2% per valori del D.I. di circa 60.

Il contenuto di  $Fe_2O_3$  tot. presenta una netta diminuzione lungo l'intero trend evolutivo, con una variazione uniforme compresa tra l'11% e il 4%.

La distribuzione del  $TiO_2$  non lascia apprezzare alcuna significativa evoluzione, essendo irregolarmente dispersa tra i valori di 0,5% e 1%.

La valutazione critica dei diagrammi di variazione offre indubbiamente delle significative indicazioni sui processi di differenziazione che hanno condotto all'evoluzione dei magmi andesitici di Filicudi. L'in-

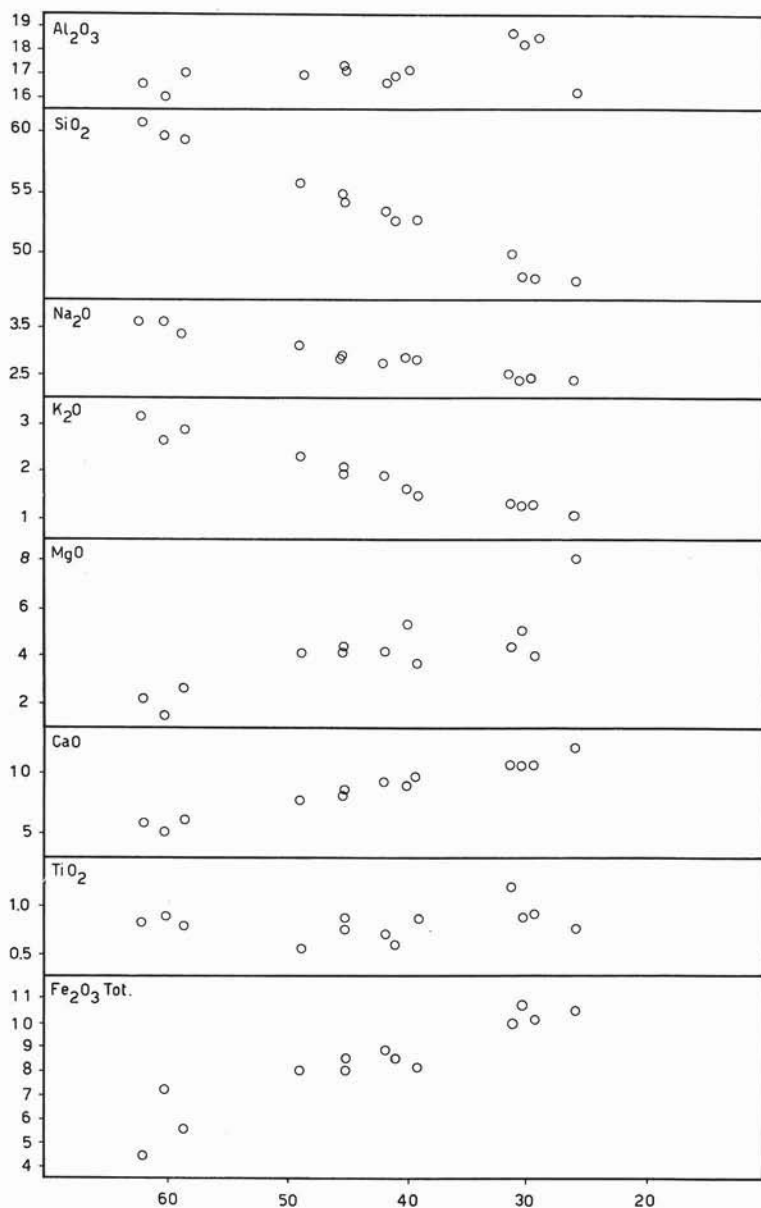


Fig. 13. — Diagramma di variazione degli ossidi maggiori nelle vulcaniti di Filicudi, in funzione dell'indice di differenziazione.

tero trend evolutivo è infatti chiaramente dominato dalla cristallizzazione frazionata di ossidi di ferro, olivina e pirosseno. La cristallizzazione di questi minerali ed il loro frazionamento gravitativo ha determinato una netta e sostanziale diminuzione del ferro — contenuto in tutte le fasi che si frazionavano — nonchè di CaO ed MgO, anche se in misura più limitata. Anche il netto e costante incremento del  $\text{SiO}_2$  è una diretta conseguenza della sottrazione di opaciti e femieci, che collateralmente determinano un aumento degli alcali nella massa fusa restante. Il maggiore incremento del  $\text{K}_2\text{O}$  rispetto all' $\text{Na}_2\text{O}$  nei termini più evoluti della serie potrebbe trovare una giustificazione nel considerare che il coefficiente di partizione di quest'ultimo per i pirosseni è sempre più elevato di quello del potassio ( $\approx 0$ ).

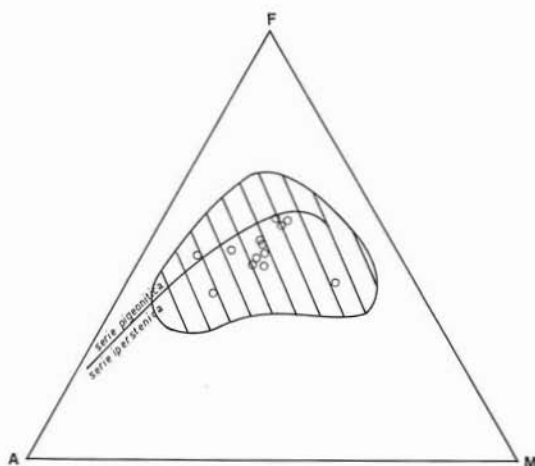


Fig. 14. — Diagramma A ( $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ) - M ( $\text{MgO}$ ) - F ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ ) per le vulcaniti di Filicudi. L'area tratteggiata rappresenta il campo occupato dalle « andesiti » della Nuova Zelanda, Giappone, Kamchatka-Kuriles e Tonga-Kermadec.

Menzione a parte merita l'unico esemplare di « high-alumina basalt », rappresentato dal termine meno evoluto della serie, la cui particolare natura sembra essenzialmente dovuta all'accumulo di fenocristalli di olivina, modalmente verificato e messo in evidenza dall'anomalo contenuto di MgO (all'incirca 8%).

Un breve cenno merita infine l'iniziale incremento dell' $\text{Al}_2\text{O}_3$  che potrebbe essere spiegato, accettando l'ipotesi che il termine meno differenziato sia in pratica un accumulite, semplicemente in funzione della cristallizzazione preferenziale del plagioclasio calcico rispetto al pirosseno, in condizioni di bassa  $P_{\text{H}_2\text{O}}$ . Una tale ipotesi trova riscontro nella collaterale variazione del CaO, a cui non corrisponde una analoga variazione del MgO: cosa che ci sarebbe da aspettare qualora la variazione del calcio fosse condizionata dal frazionamento del pirosseno, come nel resto della serie.

La rappresentazione delle vulcaniti studiate nel diagramma AFM (fig. 14) mette in evidenza la loro appartenenza alla serie iperstenica (KUNO, 1968) che notoriamente rappresenta la maggioranza dei magmi

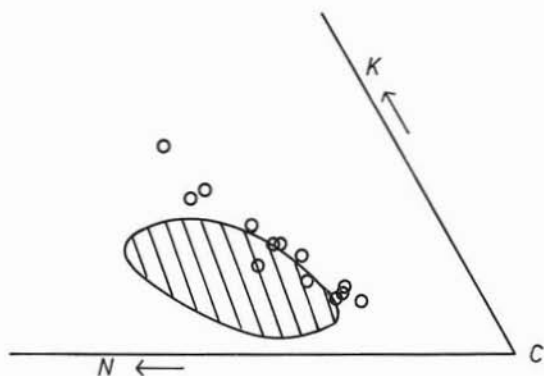


Fig. 15. — Diagramma N ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) - C ( $\text{CaO}$ ) - K ( $\text{K}_2\text{O}$ ) per le vulcaniti di Filicudi. L'area tratteggiata si riferisce alle stesse associazioni andesitiche della figura precedente.

degli archi insulari circum-pacifici. Il confronto delle lave di Filicudi con quelle di alcuni degli archi insulari più conosciuti, ed in particolare con Nuova Zelanda (EWART & STIPP, 1968; BLACK, 1970), Kamchatka-Kuriles e Giappone (FORBES & altri, 1969) e Tonga-Kermadec (BROTHERS, 1970), mostra già nel diagramma NCK (fig. 15) una marcata differenza delle lave eoliane, determinata dal loro particolare contenuto in potassio.



Il diagramma  $\text{SiO}_2$  - alcali (fig. 16) mostra come il contenuto in alcali, chiaramente condizionato dall'anomalo tenore di  $\text{K}_2\text{O}$ , sia più elevato di quanto normalmente osservato in serie confrontabili, segnatamente nei termini meno evoluti. Ciò esclude che l'arricchimento in potassio sia eventualmente determinato da condizioni particolari nel

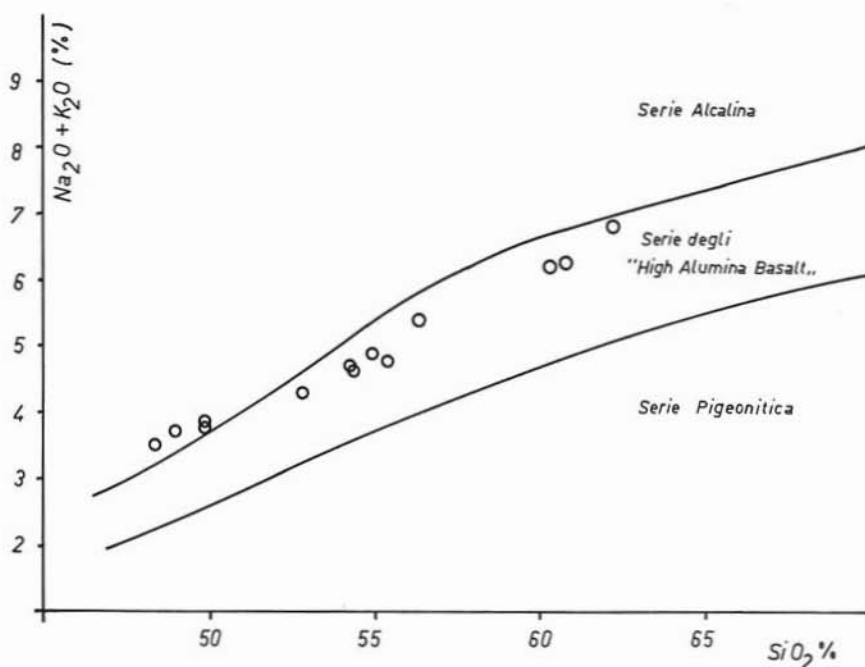


Fig. 16. — Nel diagramma  $\text{SiO}_2$  - alcali le lave di Filicudi ricadono nel campo della serie degli «high-alumina basalt», tranne che per i termini meno differenziati i quali vengono proiettati nel campo dei basalti alcalini in funzione del loro elevato contenuto di  $\text{K}_2\text{O}$ .

corso del processo di differenziazione. Il fatto che i termini meno differenziati ricadano nel campo della serie alcalina, non può d'altronde far pensare che essi appartengono ad una tale associazione, possedendo altri caratteri che ne permettono una decisa distinzione (e.g. contenuto in  $\text{Al}_2\text{O}_3$  16%-18%).

Il diagramma  $\text{SiO}_2$ - $\text{K}_2\text{O}$  (fig. 17) infine pone in particolare risalto la differenza, più volte menzionata, derivante dall'elevato tenore di potassio e che caratterizza indiscutibilmente i magmi « andesitici » di Filicudi.

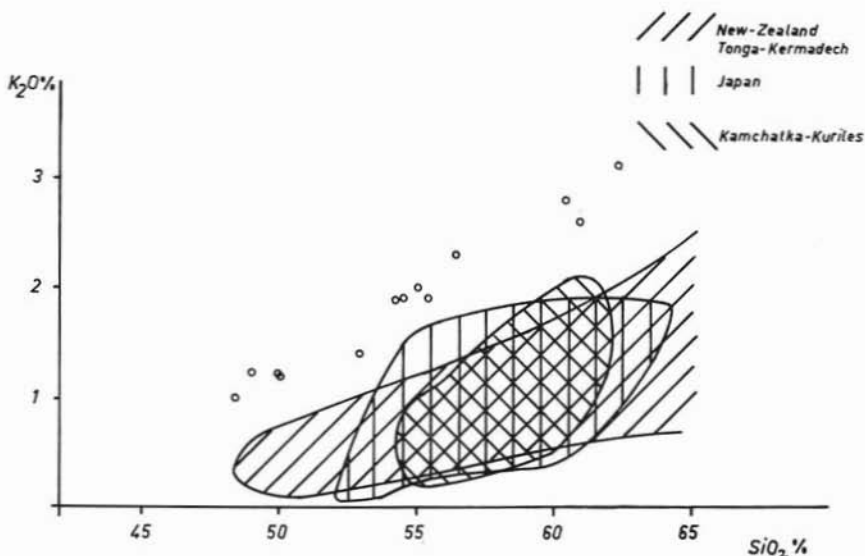


Fig. 17 — Nel diagramma  $\text{SiO}_2$ - $\text{K}_2\text{O}$  i punti che rappresentano le vulcaniti di Filicudi, mettono perfettamente in evidenza l'elevato tenore in  $\text{K}_2\text{O}$  che differenzia questa serie calc-alcalina da quelle degli archi insulari « classici » della zona Circum-pacifica.

### Considerazioni conclusive.

Prima di passare a considerazioni che implicano un'ipotesi genetica per il magma di Filicudi, si ritiene opportuno chiarire che è nell'opinione dell'Autore il ritenere tale magma rappresentativo della serie andesitica dell'Arcipelago Eoliano.

A tale proposito è necessario puntualizzare che i prodotti di sicura associazione andesitica sono limitati, nelle Eolie, alle isole di Alicudi, Filicudi, Salina, Panarea ed alla parte basale di Lipari, affiorante nel settore Nord-occidentale dell'isola e che rappresenta la fase più antica del suo vulcanismo. Non verranno quindi inclusi in questo gruppo i prodotti alcali-riolitici di Lipari e Vulcano, dovuti molto probabilmente

alla locale fusione della Crosta in zone molto prossime alla superficie, ne le vulcaniti potassiche di Vulcano e Stromboli, che risultano talmente poco conosciute da non poter azzardare alcuna ipotesi genetica <sup>(1)</sup>.

Nel diagramma riprodotto in fig. 18 sono rappresentate le vulcaniti dell'Arcipelago Eoliano, in base ai dati analitici più recenti <sup>(2)</sup>.

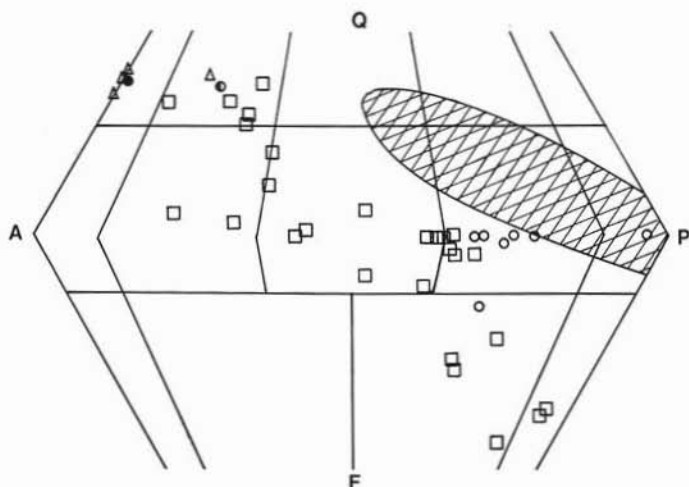


Fig. 18. — Proiezione nel doppio triangolo secondo STRECKEISEN delle vulcaniti dell'Arcipelago Eoliano. Il campo coperto da tratteggio rappresenta le lave « andesitiche » delle isole di Alicudi, Filicudi, Salina, Lipari e Panarea. □ Vulcano; ○ Stromboli; ● Basiluzzo; △ Rioliti alcaline di Lipari; ● Roliti alcaline di Vulcano.

Le rocce di affinità calc-alkalina occupano il campo coperto da tratteggio, in cui ricadono, come sopra indicato, solo i prodotti di alcune tra le isole Eolie. Dal confronto di questo diagramma con quello rappresentato in fig. 9, che si riferisce esclusivamente alle vulcaniti di

<sup>(1)</sup> Si segnala che una nota monografica sull'isola di Vulcano è in corso di redazione da parte di J. KELLER, al quale si deve anche una carta geologica dell'isola in scala 1:10.000, pubblicata a cura dell'Istituto Internazionale di Vulcanologia del C.N.R. (Catania). Le analisi di Vulcano rappresentate nel diagramma di fig. 8, si devono a comunicazione personale del citato Autore, che con l'occasione si ringrazia.

<sup>(2)</sup> I dati relativi a Panarea e Basiluzzo si devono a comunicazione personale di R. ROMANO e si riferiscono ad analisi non pubblicate.

Filicudi, si desume chiaramente che queste ultime rappresentano i termini più potassici ma nel contempo meno differenziati della serie « andesitica » eoliana. Il più elevato contenuto in potassio, anche rispetto al resto delle « andesiti » eoliane, trova una sua giustificazione nella posizione geografica di Filicudi nell'arco insulare (fig. 19). Sembra infatti ormai provato che esista una relazione tra il contenuto in  $K_2O$  e la profondità del sottostante « piano di Benioff » (11, 13) e che quindi i centri vulcanici più arretrati rispetto alla zona di « fossa » siano sempre i più potassici.

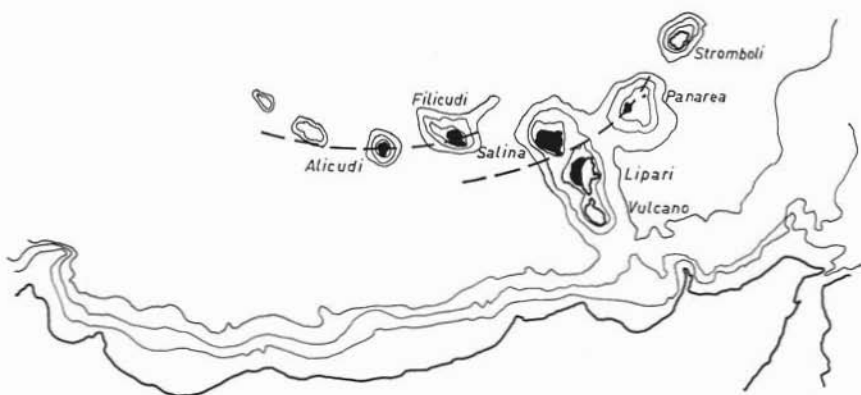


Fig. 19. — La posizione arretrata di Filicudi nell'Arco Insulare Eoliano giustifica il suo più elevato tenore di  $K_2O$  rispetto alle altre isole di associazione « andesitica ». Le aree in fondo nero rappresentano gli affioramenti di vulcaniti della serie calc-alcalina.

Nel dare pertanto un'ulteriore conferma alle osservazioni di DIRKINSON & HATHERTON, si ritiene opportuno soffermarsi brevemente a constatare come talvolta le generalizzazioni di pur valide teorie, se applicate indiscriminatamente da chi non abbia sufficiente confidenza con la materia trattata e soprattutto sufficiente conoscenza dei fatti, possano portare a conclusioni radicalmente sbagliate. E' dato infatti di leggere in un recente contributo alla conoscenza tettonica e vulcanologica del Mediterraneo (39), che la variazione del potassio dall'Etna al Vesuvio sta ad indicare un aumento della profondità del piano di Benioff in questa direzione e che la transizione dei basalti alcalini dell'Etna ai magmi potassici della provincia Campano-Laziale è la diretta conseguenza di una tale situazione.

La recente applicazione della tettonica a zolle al bacino del Mediterraneo (McKENZIE, 1970) consente di delineare una situazione caratterizzata genericamente dalla penetrazione della zolla litosferica « africana » sotto quella « eurasiatica ». Secondo un assetto strutturale di tal genere le aree ricadenti nell'ambito della zolla africana si troverebbero in condizioni di distensione — vulcanismo alcalino-sodico della Sicilia Orientale, Canale di Sicilia ed Ustica — mentre la fascia marginale della zolla eurasiatica, in condizioni di compressione, sarebbe caratterizzata dalla presenza di un arco orogenico (Peloritani-Nebrodi-Madonie), e, più all'interno, da un arco vulcanico.

I dati geologici e geofisici oggi disponibili sull'area tirrenica (7, 9, 15, 38, 47) permettono di riconoscere nell'Arcipelago Eoliano una tipica struttura di « arco insulare », che trova preciso riscontro nei caratteri magmatologici del suo vulcanismo.

La localizzazione degli ipocentri dei sismi naturali nel settore Sud-orientale del Tirreno, ha inoltre permesso l'individuazione di un « piano di Benioff » con pendenza NW ed una inclinazione di circa  $50^{\circ}$ - $58^{\circ}$  (7, 9, 38), giacente, in corrispondenza delle Isole Eolie, ad una profondità compresa tra 150 km e 250 km.

Tali elementi appaiono sufficienti per estendere ai vulcani di queste isole alcune considerazioni di carattere generale sull'origine dei magmi andesitici. Le ipotesi genetiche possono essere sostanzialmente suddivise in due gruppi principali:

a) derivazione da magmi basaltici, sia direttamente per cristallizzazione frazionata in ambiente ossidante (OSBORN, 1959), che per assimilazione di materiale crustale (KUNO, 1967);

b) origine primaria per fusione parziale o totale della Crosta inferiore o del Mantello superiore (RITTMANN, 1970; MCBIRNEY, 1969; GREEN & RINGWOOD, 1968).

Le ipotesi sintetizzate nel primo dei due gruppi trovano difficile applicazione ai magmi di Filicudi, in quanto i termini meno differenziati, che dovrebbero rappresentare il capostipite « basaltico », mostrano già delle caratteristiche geochemiche (e.g. elevato tenore di  $Al_2O_3$  e  $K_2O$ , basso contenuto di  $TiO_2$ ) che li distinguono nettamente dai basalti, siano essi alcalini o toleitici. Un magma primario di tipo high-alumina basalt è inoltre difficilmente ipotizzabile in quanto l'unico campione che si accosta ad una tale composizione, presenta le caratteristiche tipiche di accumulite. Non risulta daltronde che rocce « basaltiche » — high-

alumina o non — siano state rinvenute nell'area delle Eolie, foss'anche sotto forma di inclusi (21) o in campionamenti del fondo marino (34). Resta comunque il fatto che l'high-alumina basalt e le andesiti di Filicudi sono nettamente più potassici dei corrispondenti tipi magmatici di KUNO (28, 29, 31, 32).

L'ipotesi di GREEN & RINGWOOD, secondo la quale il magma andesitico trarrebbe origine dalla fusione parziale di una quarzo-eclogite in condizioni relativamente secche o da quella di un'anfibolite (18), risulta altrettanto difficilmente applicabile, sia perchè essa implica la presenza di una crosta oceanica di tipo toleitico o anfibolitico, sia perchè un tale modello urterebbe ancora con l'elevato contenuto di potassio dei magmi eoliani.

Secondo RITTMANN, invece, l'origine delle andesiti sarebbe legata alla fusione parziale della Crosta inferiore e la loro evoluzione determinata dal procedere di tale fusione in zone sempre più superficiali (44). Questa ipotesi non concorda con quanto osservato a Filicudi, specialmente per quanto riguarda i processi evolutivi che condizionano il trend studiato, che risulta indubbiamente dominato dalla cristallizzazione frazionata di fasi femiche ed ossidi di ferro (3).

Il modello proposto da MCBIRNEY infine, pur riservando un ruolo essenziale all' $H_2O$  contenuta nella zolla litosferica in subduzione, presuppone un processo di fusione parziale nel Mantello superiore. Anche per l'applicabilità di questa ipotesi valgono pertanto le obiezioni precedentemente esposte.

Occorre a questo punto quindi formulare delle plausibili considerazioni genetiche che spieghino l'origine e la diffusione di un magma, che definiremo latit-andesitico per distinguerlo da quello andesitico di archi insulari « classici » e margini continentali, e che trova una così larga diffusione lungo tutto il contatto della zolla eurasiatica con quella africana. Magmi di questo genere infatti sono ricorrenti nell'Arcipelago della Cicladi, nell'Anatolia Occidentale ed in quella Centrale (INNOCENTI & MAZZUOLI, 1971; KELLER & VILLARI, 1971).

Una prima osservazione di carattere generale riguarda la sostanziale differenza esistente tra le zolle in subduzione nelle aree circum-

---

(3) L'origine crustale delle serie calc-alcaline era stata proposta dal Rittmann già nel 1941. Lo stesso Autore, nel 1967, riproponeva una tale origine indicando i diversi processi che possono condizionare l'evoluzione delle serie « andesitiche ».

oceaniche, a cui la maggioranza dei modelli genetici si riferisce, e la corrispondente zolla nell'area mediterranea. Le prime infatti sono sormontate da Crosta oceanica, mentre la seconda trascina sul proprio dorso una significativa porzione di Crosta continentale. Una tale differenza non può non avere un suo preciso riflesso nella composizione dei magmi « andesitici », se si accetta l'ipotesi che essi derivino dalla fusione parziale o totale di materiale litosferico in una zona individuata dal piano di Benioff.

Un'ulteriore considerazione si riferisce all'elevata probabilità che la penetrazione della zolla africana non sia uniforme, ma risenta dell'azione di contrasto della zolla euroasiatica. In tal caso l'approfondimento della Crosta continentale, ed in particolare della sua porzione più superficiale, sarebbe ostacolato, ed avrebbe luogo un avanzamento differenziale che porterebbe in condizioni di fusione soltanto la porzione intermedia o inferiore della Crosta.

Si conclude quindi col ritenere che i magmi latit-andesitici di Filicudi, o più genericamente quelli dell'arco insulare Eoliano, siano dei magmi primari dovuti alla fusione parziale della Crosta Continentale inferiore, e che la loro evoluzione verso termini latitici e riolacitici sia condizionata da processi di cristallizzazione frazionata. I termini riolitici ed alcali-riolitici, così frequentemente associati ai magmi calc-alcalini, sarebbero, nella visione dell'Autore, originati dalla fusione di lembi di Crosta Continentale intermedia o superiore trascinati dall'approfondimento della zolla litosferica, e come tali costituirebbero le fasi abitualmente più tardive nel vulcanismo degli Archi Insulari.

Per quanto riguarda l'origine dei magmi latiti-andesitici, conclusioni analoghe sono state proposte per il vulcanismo dell'Anatolia Occidentale, anche in base alla distribuzione degli elementi in traccia (INNOCENTI & MAZZUOLI, 1971).

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) AMBROSETTI P., AZZAROLI A., BONADONNA F. P. & FOLLIERI M. (1972) - *A scheme of Pleistocene chronology for the tyrrhenian side of Central Italy.* Boll. Soc. Geol. It., vol. 91, pp. 169-184.
- (2) BENIOFF H. (1954) - *Orogenesis and deep crustal structure - Additional evidence from seismology.* Bull. Geol. Soc. Am., vol. 65, pp. 385-400.
- (3) BENIOFF (1955) - *Seismic evidence for crustal structure and tectonic activity.* Geol. Soc. Am. Spec. Paper 62, pp. 61-75.



- (4) BERGEAT A. (1899) - *Die Aeolischen Inseln (Stromboli, Panarea, Salina, Lipari, Vulcano, Filicudi, Alicudi)*. Abh. k. bayer. Akad. d. Wiss. II Kl., vol. 20, pp. 1-274.
- (5) BERGEAT A. (1918) - *Zur Petrographie der Äolischen Inseln*. Centralbl. f. Min. etc., pp. 329-337.
- (6) BLACK P. M. (1970) - *Observations on White Island Volcano, New Zealand*. Bull. Volc., vol. 34, fasc. 1, pp. 158-167.
- (7) BLOT C. (1971) - *Etude sismologiques de Volcano*. Cahiers O.R.S.T.O.M. série Geophysique, n. 11.
- (8) BROTHERS R. N. (1970) - *Petrochemical affinities of volcanic rocks from the Tonga-Kermadec Island Arc, Southwest Pacific*. Bull. Volc., vol. 34, fasc. 1, pp. 308-329.
- (9) CAPUTO M., PANZA G. F. & POSTPISCHL D. (1969) - *Deep focus Earthquakes and deep structure of Mediterranean Area*. Geofis. e Meteo., vol. 38, 5-6, 101.
- (10) CORTESE E. & SABATINI V., (1892) - *Descrizione geologico-petrografica delle Isole Eolie*. Mem. descritt. della Carta Geol. d' Italia.
- (11) DICKINSON W. R. & HATHERTON T. (1967) - *Andesitic volcanism and seismicity around the Pacific*. Science, vol. 157, pp. 801-803.
- (12) DICKINSON W. R. (1968) - *Circum-Pacific andesite types*. J. Geophys. Res., vol. 73, pp. 2261-2269.
- (13) DICKINSON W. R. (1969) - *Evolution of calc-alkaline rocks in the geosynclinal system of California and Oregon*. Proceedings of the andesite conference, A. R. McBirney, Editor.
- (14) EWART A. & STIPP J. J. (1968) - *Petrogenesis of the volcanic rocks of the central North Island, New Zealand, as indicated by a study of  $Sr^{87}/Sr^{86}$  ratios, and Sr, Rb, K, U and Th abundances*. Geochim. Cosmochim. Acta, vol. 32, pp. 699-736.
- (15) FINETTI I., MORELLI C. & ZARUDZKI E. (1970) - *Reflection seismic study of the Tyrrhenian sea*. Boll. Geof. Teor. ed Appl., vol. 12, 48, pp. 311-346.
- (16) FORBES R. B., RAY D. K., KATSURA T., MATSUMOTO H., HARAMURA H. & FURST M. J. (1969) - *The comparative composition of continental vs. Island Arc andesites in Alaska*. Proceedings of the Andesite Conference. McBirney A. R., Editor, pp. 111-120.
- (17) GORSHKOV G. S. (1969) - *Geophysics and petrochemistry of andesite volcanism of the circum-Pacific belt*. Proceedings of the Andesite Conference. McBirney A. R., Editor, pp. 91-98.
- (18) GREEN T. H. & RINGWOOD A. E. (1968) - *Genesis of calc-alkaline igneous rock suite*. Contr. Min. and Petrol., vol. 18, pp. 105-162.
- (19) GREEN T. H., GREEN D. H. & RINGWOOD A. E. (1968) - *The origin of high-alumina basalts and their relationships to quartz tholeiites and alkali basalts*. Earth and Plan. Sci. Letters, vol. 2, pp. 41-51.
- (20) HEEZEN B. C., GRAY C., SEGRE A. G. & ZARUDSKI E. F. K. (1971) - *Evidence of Founfered Continental Crust beneath the Central Tyrrhenian Sea*. Nature, vol. 229, pp. 327-329.
- (21) HONNOREZ J. & KELLER J. (1968) - *Xenolithe in vulkanischen Gesteinen der Äolischen Inseln (Sizilien)*. Geol. Rdseh., vol. 57, pp. 719-736.

- (22) INNOCENTI F. & MAZZUOLI R. (1971) - *Petrology of the Izmir-Karaburun volcanic area (West Turkey)*. Bull. Vol. in print.
- (23) JAKOB R. (1958) - *Zur Petrographie von Vulcano, Vulcanello und Stromboli (Äolischen Inseln, Italien)*. Publ. Vulkaninstitut J. Friedlaender, vol. 7, pp. 1-117.
- (24) KELLER J. (1966) - *Die Geologie der Insel Salina (Äolischen Inseln)*. Diss. Geol. Inst. Freiburg i. Br., pp. 183.
- (25) KELLER J. (1967) - *Alter und Abfolge der vulkanischen Ereignisse auf den Äolischen Inseln/Sizilien*. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., vol. 57, pp. 33-67.
- (26) KELLER J. (1969) - *Ritrovamenti di tufi alcali-trachitici della Campania nelle Isole Eolie*. Atti Acc. Gioe. Sc. Nat., ser. 7, vol. 1.
- (27) KELLER J. & VILLARI L. (1971) - *Rhyolitic ignimbrites in the region of Afyon (Central Anatolia)*. Bull. Volc., in print.
- (28) KUNO H. (1960) - *High-alumina basalts*. Jour. Petrol., vol. 1, pp. 121-145.
- (29) KUNO H. (1966) - *Lateral variation of basalt magma type across continental margins and island arcs*. Bull. Vole., vol. 29, pp. 195-222.
- (30) KUNO H. (1967) - *Igneous rock series. Chemistry of the Earth's Crust II*. pp. 113-128.
- (31) KUNO H. (1968) - *Origin of Andesites and its bearing on the Island Arc structure*. Bull. Vole., vol. 32, fase. 1, pp. 141-176.
- (32) KUNO H. (1969) - *Andesite in time and space*. Proceedings of the Andesite Conference, McBirney A. R., Editor, pp. 13-20.
- (33) LE PICHON X. (1968) - *Sea-floor spreading and Continental Drift*. Jour. Geoph. Res., vol. 73, n. 12, pp. 3661-3697.
- (34) MACCARRONE E. (1970) - *Notizie petrografiche e petrochimiche sulle lave sottomarine del Seamount 4 (Tirreno Sud)*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 89, pp. 159-180.
- (35) MARINELLI G. & MITTEMPERGHER M. (1966) - *On the genesis of some magmas of typical Mediterranean (potassic) Suite*. Bull. Vole., vol. 24, pp. 113-140.
- (36) MCBIRNEY A. R. (1969) - *Compositional variations in Cenozoic calc-alkaline suites of Central America*. Proceedings of the Andesite conference, A. R. McBirney, Editor.
- (37) MCKENZIE D. P. (1970) - *Plate tectonics of the Mediterranean Region*. Nature, vol. 226, pp. 239-243.
- (38) MORELLI C. (1970) - *Physiography, gravity and magnetism of the Tyrrhenian sea*. Boll. Geof. Teor. ed Appl., vol. 12, 48, pp. 275-309.
- (39) NINKOVICH D. & HAYS J. D. (1969) - *Tectonic setting of Mediterranean volcanoes*. Acta Inter. Congr. on the volcano of Thera.
- (40) OSBORN E. F. (1959) - *Role of oxygen pressure in the crystallization and differentiation of basaltic magma*. Am. J. Sci., vol. 257, pp. 609-647.
- (41) PICHLER H. (1963) - *Beiträge zur Geologie der Insel Salina (Äolischen Archipel, Sizilien)*. Geol. Rdsch., vol. 53, pp. 800-821.
- (42) PICHLER H. (1967) - *Neue Erkenntnisse über Art und Genese des Vulkanismus der Äolischen Inseln (Sizilien)*. Geol. Rdsch., vol. 57, pp. 102-126.
- (43) PICHLER H. (1968) - *Zur Altersfrage des Vulkanismus des Äolischen Archipels und der Insel Ustica (Sizilien)*. Mitt. Geol. Ges. Wien, vol. 60.

- (44) RITTMANN A. (1970) - *The probable origin of high-Alumina basalts*. Bull. Volc., vol. 34, fasc. 2.
- (45) RITTMANN A. (1972) - *Calculation of mineral assemblage of igneous rocks*. Springer-Verlag ed., Berlin-Heidelberg-New York.
- (46) RITTMANN A. (1967) - *I vulcani e la loro attività*. Casa Ed. Cappelli, Bologna.
- (47) SELLI R. & FABBRI A. (1971) - *Tyrrhenian: a Pliocene deep sea*. Lincei - Rend. sc. fis. mat. nat., vol. 50, pp. 580-592.
- (48) STRECKEISEN A. (1967) - *Classification and Nomenclature of Igneous Rocks*. N. Jb. Miner. Abh., vol. 107.
- (49) THORNTON C. P. & TUTTLE O. F. (1960) - *Chemistry of igneous rocks. I: Differentiation Index*. Am. J. Sci., vol. 258, pp. 664-684.
- (50) TOKSOZ M. N., MINEAR J. W. & JULIAN B. R. (1971) - *Temperature field and geophysical effects of a downgoing Slab*. Jour. Geoph. Res., vol. 76, n. 5, pp. 1113-1138.
- (51) VILLARI L. (1969) - *Osservazioni vulcanologico-petrografiche e magmatologiche sulle lave di Capo Graziano (Filicudi, Isole Eolie)*. Atti Acc. Gioe. Sc. Nat., ser. 7, vol. 1.
- (52) WEZEL C. F. & RYAN W. B. F. (1971) - *Flysch, margini continentali e zolle litosferiche*. Boll Soc. Geol. It., vol. 90, pp. 249-270.
- (53) *Studio Geovulcanologico e Magmatologico delle Isole di Salina, Lipari e Vulcano*. Rapporto Tecnico, Istituto Internazionale di Vulcanologia, C.N.R., Catania.