

RENATO CRISTOFOLINI*, ANNUNZIATA TRANCHINA*

ASPETTI PETROLOGICI DELLE VULCANITI ETNEE:
CARATTERI DEI FENOCRISTALLI ISOLATI
ED IN AGGREGATI**

RIASSUNTO. — Sono state analizzate in dettaglio due successioni prevalentemente costituite di lave appartenenti ai prodotti di serie alcalina, della zona di Piedimonte Etneo ed Acireale, determinando su oltre ottanta campioni la composizione modale e caratteri strutturali e composizionali delle fasi intratelluriche.

I risultati dell'analisi modale mostrano una netta prevalenza di varietà porfiriche (I.P. fino a 50), con evidenti strutture cumulo porfiriche e con rapporti percentuali assai variabili fra plagioclasio e fasi femiche.

Non considerando i componenti della pasta di fondo, per quanto riguarda il *plagioclasio*, le vistose zonature, le strutture pecilistiche, i locali fenomeni di riassorbimento in individui isolati ed in aggregati, le indicazioni di un'aggregazione per « sinneusi » e le dimensioni degli individui (3-5 mm) indicano una crescita per intervalli di tempo lunghi in condizioni ambientali ampiamente variabili. Le composizioni dei nuclei plagioclasio, eterogenee all'interno di uno stesso campione, risultano di norma nettamente più basiche di quanto non comporti il chimismo globale delle lave in cui si trovano. Le fasi femiche, *olivina* ed *augite*, associate a minori quantità di plagioclasio e minerali opachi, costituiscono spesso aggregati, con tendenza a rapporti di autalotriomorfismo al loro interno, che presentano strutture compatibili con un'origine per frammentazione di livelli cumulitici, non ancora completamente consolidati.

L'insieme delle osservazioni e dei dati raccolti concordano con l'interpretazione che esistono nel substrato dell'edificio vulcanico etneo delle strutture dove il magma di origine profonda possa ristagnare, cristallizzando lentamente con possibilità di sottrazione e di addizione di fasi solide, prima di essere eventualmente emesso alla superficie.

ABSTRACT. — Two volcanic sequences, mostly made up with lavas of the alkalic suite of Mt. Etna, have been examined. The sampled lavas come from areas near Acireale, along the lower SE slopes of the volcano, and near Piedimonte Etneo, along its NE slopes. Over eighty samples have been analyzed for their modal composition (Tab. 1) and for textural and compositional features of their intratelluric assemblages (Tabs. 3 to 6).

Modal analyses show that porphyritic varieties (P.I. up to 50) are dominant, and have clear glomeroporphyritic textures and highly variable ratios between phenocrystic plagioclase and mafic phases (Fig. 2).

Among the phenocrysts, *plagioclase*, in grains 3 to 5 mm across, is considerably zoned (Tab. 6) with poikilitic cores and/or envelopes, and is often found in clusters of several, often slightly resorbed, grains (Tab. 4), which show evidence for aggregation by synneusis. The core composition of the plagioclase, heterogeneous inside the same sample (Fig. 4), is generally more anorthite-rich than one would expect from the overall rock chemistry, and shows very little correlation with chemical parameters of the rocks (Fig. 5). These features indicate that the plagioclase crystals had been growing for long times under widely varying environment conditions and from various magmas.

* Istituto di Scienze della Terra, corso Italia 55, Catania. ** Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R. (Contributo 78.00244.05) e del Min. P.I. (Mod. A/4, Es. 79).

The mafic minerals, *olivine* and *augite*, are often associated to form aggregates, with autallotriomorphic relationship among the grains and with minor amounts of interstitial plagioclase and opaque minerals. These textural characters agree with their origin by disruption of an unconsolidated cumulate mush.

The whole set of data strongly supports the idea that at moderate depth underneath Mt. Etna are existing magma batches, where the mantle-originated melts can be stored undergoing fractionation, with solid phases being added and subtracted, before being eventually erupted.

Premessa

Negli anni più recenti, di fronte ad un gran numero di lavori basati essenzialmente sul chimismo di rocce vulcaniche, si nota un diradersi delle ricerche basate su dati petrografici di lave, forse anche perchè questi si possono difficilmente ottenere in modo automatico e molti di essi non si possono esprimere in modo quantitativo.

In un gran numero di casi tuttavia le osservazioni petrografiche sono essenziali per una corretta impostazione di problemi petrologici attinenti all'origine ed all'evoluzione delle vulcaniti: in particolare non sempre evidenti allineamenti in diagrammi di variazione esprimono l'esistenza di rapporti evolutivi tra rocce di un certo distretto vulcanico (cfr. CHAYES, 1964), nè da solo l'accertamento, mediante metodi di programmazione lineare, di relazioni di accumulo-sottrazione di cristalli (BRYAN et al., 1969; WRIGHT e DOHERTY, 1970; LE MAITRE, 1979) indica da solo il senso in cui il processo può essere avvenuto, senza una verifica basata sull'esame delle strutture petrografiche. Inoltre i dati petrochimici si riferiscono spesso solo a varietà africane, che danno la garanzia di rappresentare la composizione di fusi magmatici, ma che non possono dare indicazioni, ricavabili dall'esame delle strutture delle fasi intratelluriche, sui processi che si verificano in profondità all'interno della struttura vulcanica.

In particolare per le lave dell'Etna, che sono in larghissima misura vistosamente porfiriche, l'analisi di dettaglio delle strutture petrografiche risulta utile e necessaria per l'opportuna messa a fuoco e soluzione di problemi petrologici relativi alla loro genesi. Perciò su due successioni di vulcaniti già note nei loro caratteri petrografici e petrochimici essenziali (PUGLISI e TRANCHINA, 1977; TRANCHINA, dati inediti), ubicate rispettivamente nei dintorni di Piedimonte Etneo e di Acireale, si è impostato uno studio per ottenere informazioni anche quantitative sui caratteri dei minerali presenti come fasi intratelluriche, al fine di interpretare i processi che si sono svolti in profondità, lungo i condotti di risalita del magma.

Caratteri petrografici generali

Le vulcaniti esaminate provengono da due successioni non coeve riferibili rispettivamente alle manifestazioni dei «centri eruttivi alcalini antichi» (Acireale) ed a quelle dei «centri eruttivi del Mongibello antico» (Piedimonte Etneo) (Carta Geol. Etna, 1979). In ambedue le zone le lave esaminate hanno prevalentemente

una struttura porfirica, con i minerali comunemente riscontrabili nei prodotti dell'Etna: plagioclasio, augite, olivina, accompagnati da minerali opachi, apatite, esclusivamente in microliti, e, in pochi campioni, da rari fenocristalli di anfibolo quasi totalmente o totalmente trasformati in un aggregato opacitico. I fenocristalli sono immersi in una pasta di fondo frequentemente olocristallina, più raramente oligoalinalina, costituita da microliti listiformi di plagioclaso e generalmente da minori quantità di pirosseno augitico, olivina e minerali opachi, con struttura tendente di norma all'intersertale. Talvolta, particolarmente nelle lave mesofriche, i microliti plagioclasici sono isoorientati in bande parallele, specialmente attorno a fenocristalli femici, in modo da conferire alla pasta di fondo una struttura fluidale.

Per quanto riguarda i caratteri generali dei minerali riconosciuti nelle lave prese in esame, essi sono stati per lo più già definiti (CRISTOFOLINI et al., 1977; PUGLISI e TRANCHINA, 1977), e sono nel complesso abbastanza omogenei. Anche per quanto riguarda le strutture petrografiche i due gruppi di vulcaniti considerati presentano ad un primo esame delle marcate affinità.

Metodi di studio

Si sono eseguite determinazioni ottiche sia qualitative che quantitative su individui intratellurici delle principali fasi mineralogiche presenti nelle rocce analizzate, e cioè plagioclasio, augite ed olivina. In particolare si è determinato per ogni roccia esaminata il numero di individui isolati, quello degli aggregati, nonché quello degli individui costituenti ciascun aggregato.

Particolare cura si è posta inoltre nell'identificazione dei rapporti strutturali fra i diversi individui sia in aggregati, sia isolati: in dettaglio sono state eseguite stime e misure per i caratteri esposti in tab. 3, su una superficie di 5 cm².

Queste osservazioni sono state integrate dall'analisi modale eseguita su ciascuna delle rocce esaminate, mediante un contatore per punti Swift, conteggiando circa 1,000 punti per campione, situati ai nodi di maglie quadrate di 0,3 mm di lato. I risultati ottenuti sono esposti in tab. 1 e rappresentati graficamente in fig. 1.

Infine sono state determinate le composizioni di individui plagioclasici, sia in aggregati che isolati, mediante la misura a T.U. degli angoli di estinzione su geminati albite perpendicolari a x ed albite-Karlsbad, utilizzando rispettivamente i nomogrammi di TOBI (1963), FRANZINI (1965) e TROEGER (1959).

Discussione e dati

Analisi modali

Per un miglior inquadramento dei dati modali di tab. 1 e per meglio evidenziare i caratteri delle due successioni esaminate si sono costruiti i diagrammi di frequenza cumulativa (fig. 1) e si sono ricavati i principali parametri statistici della distribuzione dei vari valori modali (media, deviazione standard, coefficiente di simmetria, mediana) (tab. 2).

TABELLA I
Analisi modali

Camp.	Flag.		Fx	O1	Fem.	Op.	Ap.	Anf.	I.P.	I.C.	Struttura
	Fx	P.F.									
1	30	44	5	1	16	4	-	-	36	25	leucofirica
2	24	39	7	4	20	6	-	-	35	36	mesotipo-porfirica
4	22	48	3	3	17	7	-	-	28	30	leucofirica
5	22	53	tr.	-	19	6	-	-	22	25	plagioclasiofirica
6	16	44	9	6	21	4	-	-	31	39	mesotipo-porfirica
7	36	36	2	2	18	6	-	-	40	28	leucofirica
8	33	37	5	1	16	8	-	-	39	30	"
9	27	55	tr.	tr.	12	5	-	-	27	18	plagioclasiofirica
10	22	36	6	11	21	4	-	-	39	42	mesotipo-porfirica
11	30	32	13	3	17	5	-	-	47	39	"
12	28	42	3	3	19	5	-	-	34	30	leucofirica
13	21	40	9	3	22	5	-	-	33	40	mesotipo-porfirica
14	23	43	7	2	18	6	1	-	32	34	leucofirica
15	36	43	3	-	10	6	-	2	39	21	plagioclasiofirica
16	28	41	8	tr.	19	4	-	-	36	31	leucofirica
17	35	37	tr.	2	22	4	-	-	37	28	plagioclasiofirica
18	40	29	3	3	21	4	-	-	46	30	leucofirica
19	44	29	2	2	20	3	-	-	48	28	plagioclasiofirica
21	38	35	tr.	2	21	4	-	-	40	27	"
22	32	31	2	8	17	10	-	-	42	37	leucofirica
23	31	36	3	3	22	5	-	-	37	34	"
24	14	60	1	1	11	13	-	-	16	25	"
25	36	42	3	2	14	3	-	-	41	22	"
AR2	21	32	11	1	23	6	1	-	33	47	mesotipo-porfirica
AR3	20	38	7	2	25	7	-	-	29	42	"
AR4	27	40	2	3	25	3	-	-	32	33	leucofirica
AR5	38	23	6	3	24	6	-	-	47	39	"
AR6	34	44	1	2	16	3	-	tr.	37	22	plagioclasiofirica
AR7	29	44	5	1	20	1	-	-	35	27	leucofirica
AR8	27	39	3	6	20	5	-	-	36	34	"
AR9	28	50	4	1	11	3	-	3	33	22	"
AR10	21	50	3	1	18	7	-	-	25	30	"

Camp.	Flag.		Fx	O1	Fem.	Op.	Ap.	Anf.	I.P.	I.C.	Struttura
	Fx	P.F.									
AR11	30	44	-	tr.	20	3	-	-	30	25	plagioclasiofirica
AR12	25	37	13	4	13	8	-	-	42	39	mesotipo-porfirica
AR13	26	33	12	4	21	4	-	-	42	41	"
AR14	22	31	15	4	20	8	-	-	41	47	"
AR15	24	29	8	5	31	3	-	-	36	47	"
AR16	22	36	6	5	26	5	-	-	33	42	"
AR17	25	43	6	2	20	4	-	-	33	32	leucofirica
AR19	9	61	2	-	25	3	tr.	tr.	11	29	oligofirica
AR20	17	37	13	2	24	7	-	-	33	47	mesotipo-porfirica
AR21	22	46	tr.	3	23	6	-	-	25	32	leucofirica

PIEDIMONTE

2	8	51	7	-	24	4	tr.	6	21	41	mesotipo-porfirica
3	3	75	1	tr.	20	tr.	-	-	4	21	oligofirica
4	1	46	4	tr.	44	4	tr.	1	6	54	"
5	4	50	7	tr.	33	5	-	tr.	12	46	"
6	17	40	4	3	32	3	1	-	24	42	leucofirica
7	33	38	tr.	2	13	13	-	-	35	29	plagioclasiofirica
10	26	37	4	1	28	4	-	-	31	37	leucofirica
11	22	35	8	2	26	7	-	-	31	43	"
13	22	41	11	2	9	15	-	-	35	37	mesotipo-porfirica
14	tr.	47	14	8	20	10	-	-	22	53	"
15	1	61	6	2	28	2	-	-	8	38	oligofirica
16	13	42	6	3	31	5	-	-	22	45	mesotipo-porfirica
17	22	44	tr.	1	30	2	-	-	23	34	plagioclasiofirica
18	28	43	1	tr.	26	1	-	-	30	28	"
21	1	43	8	10	32	6	-	-	19	56	mesotipo-porfirica
23	14	57	3	2	15	9	-	-	20	28	leucofirica
26	-	45	14	9	18	13	-	-	14	55	oligofirica
31	16	40	6	4	32	2	-	-	25	43	mesotipo-porfirica
32	1	60	-	-	31	8	-	-	1	39	oligofirica

(continua)

segue Tab. 1

Camp.	Plag.		Px	Ol	Fem.	Op.	Ap.	Anf.	I.P.	I.C.	Struttura
	Fx	P.F.									
33	23	44	2	tr.	26	4	-	-	26	32	leucofirica
35	51	16	2	4	17	10	-	-	57	33	"
36	-	46	2	2	34	15	-	tr.	5	54	oligofirica
37	25	36	2	1	32	4	-	-	27	39	leucofirica
38	11	66	-	-	21	2	-	-	11	23	oligofirica
39	28	37	2	1	28	4	-	-	31	34	plagioclasiofirica
40	1	67	-	-	28	3	-	-	1	31	oligofirica
42	30	32	7	3	26	2	-	-	40	38	leucofirica
43	24	35	3	4	10	23	-	-	32	41	"
44a	20	46	-	tr.	37	1	-	-	20	34	plagioclasiofirica
44b	22	43	1	1	27	5	-	-	24	34	"
45	31	26	6	4	28	4	-	-	41	43	leucofirica
50	26	31	2	5	13	20	-	-	36	40	"
51	37	28	4	-	11	12	tr.	-	7	48	"
52	34	30	4	4	25	3	-	-	42	36	"
53	37	29	3	tr.	24	6	-	-	41	37	plagioclasiofirica
53a	31	40	3	1	24	1	-	-	35	29	leucofirica
54	36	30	2	7	20	4	-	-	46	34	"
64	3	54	tr.	1	33	9	-	-	8	43	oligofirica
65	3	61	-	1	31	3	-	-	4	36	"
67	39	29	1	1	26	4	-	-	41	32	plagioclasiofirica
68	36	30	-	-	32	2	-	-	36	34	"
72	31	39	tr.	2	27	1	-	-	33	30	"
74	35	28	2	3	26	5	-	-	40	37	leucofirica

TABELLA 2

Parametri statistici relativi ai dati modali

	P1(Fx)	Fx(Fx)	Ol(Fx)	Micr. Fem.	I.P.	I.C.
ACIREALE						
M	26	3	2	20	35	31
X	27	5,2	2,9	19,6	34,7	32,8
σ	7,3	4,1	2,1	4,6	7,6	7,7
γ	0,07	0,83	1,70	-0,02	-0,82	0,24
PIEDIMONTE						
M	22	2	1	26	25	37
X	19,8	3,9	2,2	25,6	25,8	37,8
σ	13,9	3,5	2,5	7,4	13,9	8,1
γ	-0,03	1,34	1,60	-0,41	-0,10	0,51
F	8,83	-	-	17,97	13,05	8,53

M: mediana; \bar{x} : media aritmetica; σ : deviazione standard; γ : coefficiente di asimmetria; F: rapporto di Snédécór.

Per quanto riguarda i microliti femici ed i fenocristalli di augite ed olivina le curve di frequenza mostrano una tendenza all'unimodalità per ambedue le successioni considerate, mentre le altre curve presentano accenni ad una distribuzione trimodale. Pertanto complessivamente in ambedue le successioni la distribuzione dei valori si allontana da quella normale, come è confermato anche dal confronto delle medie e delle mediane, nonché dal coefficiente di simmetria (tab. 2).

Confrontando la distribuzione dei valori delle composizioni modali nelle due successioni considerate, si riscontrano generalmente una minore dispersione in quelli relativi alla zona di Acireale, rispetto a quelli di Piedimonte Etneo. I parametri statistici calcolati sono spesso notevolmente diversi nei due gruppi esaminati: ciò è particolarmente evidente confrontando i valori di media, mediana e deviazione standard del plagioclasio in fenocristalli (tab. 2), ma osservazioni simili si possono fare anche per i microliti femici, l'indice di porfiricità (I.P.) e quello di colore (I.C.).

Per avere un'indicazione sulla significatività statistica delle differenze riscontrate tra le due successioni è stata eseguita un'analisi di varianza per alcuni dei valori modali misurati, mediante il calcolo del rapporto F di Snédécór, seguendo la procedura suggerita in KOCH e LINK (1970). I risultati ottenuti (tab. 2), ben maggiori di quelli relativi ad F per un livello di confidenza del 10 %, indicano una differenza statisticamente significativa dei due gruppi di rocce considerati.

Ciò si accorda con la loro appartenenza a successioni provenienti da centri eruttivi diversi, come già sopra indicato.

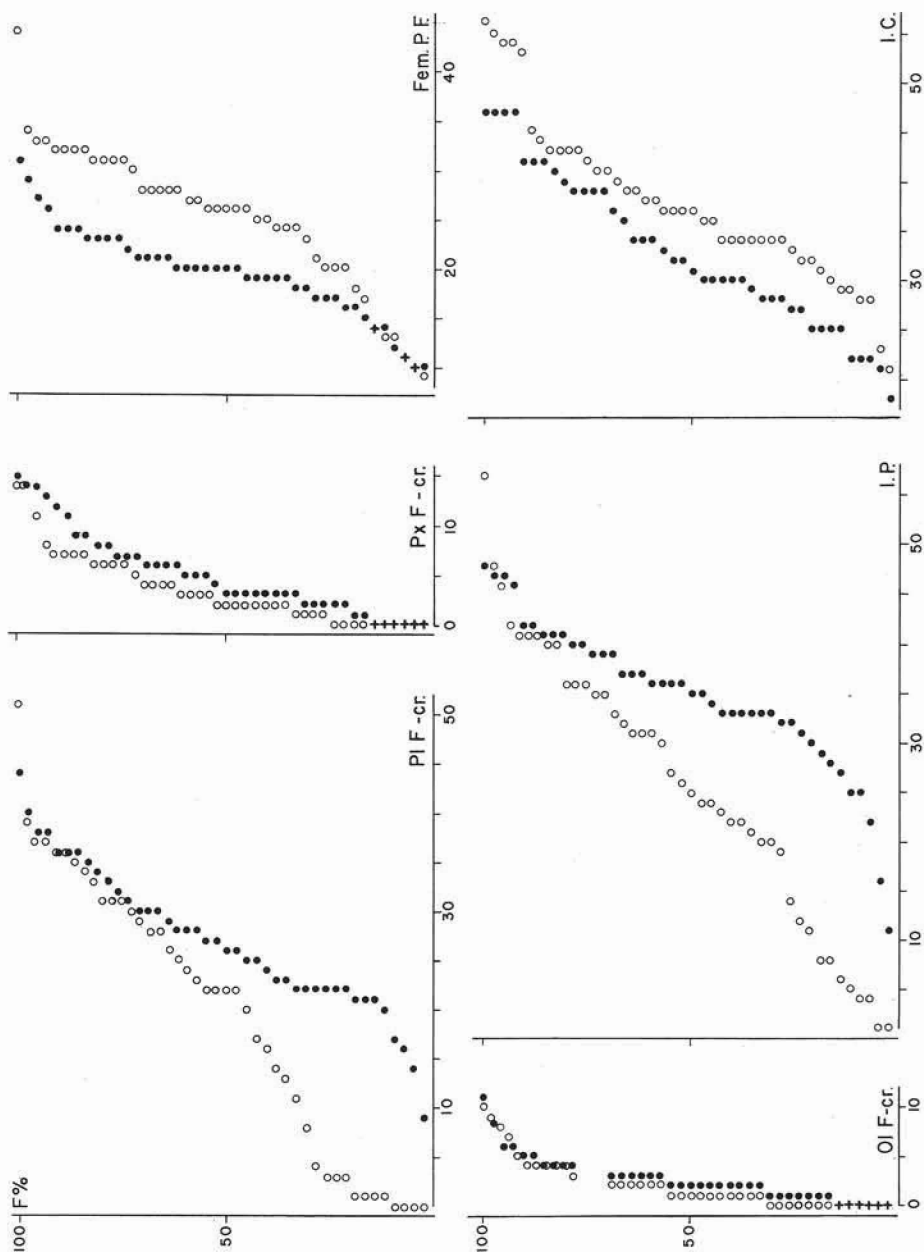


Fig. 1. — Curve cumulative di frequenza della distribuzione di alcuni valori modal di Tab. 1. Si nota che le distribuzioni delle due serie considerate risultano in alcuni casi notevolmente diverse. O: Lave di Piedimonte Etneo; ●: Lave di Acireale; +: Punti coincidenti.

I risultati delle analisi modal hanno permesso inoltre la distinzione di diversi gruppi, in funzione dell'Indice di porfiricità (I.P.) e del rapporto tra minerali

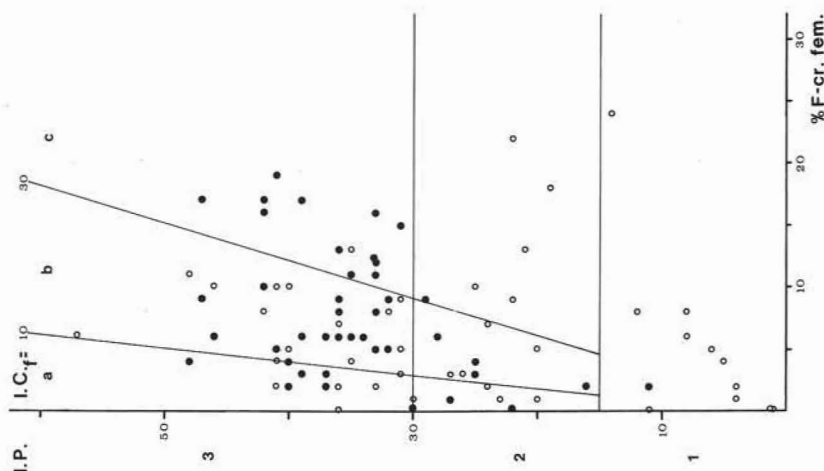


Fig. 2. — Nel diagramma si nota un'ampia dispersione dei punti rappresentativi, con un' appena accennata tendenza alla correlazione negativa tra Indice di Porfiricità e percentuale di fenocristalli femici. I.C.f: percentuale dei fenocristalli femici sul totale dei fenocristalli. Le linee a I.P. costante dividono i campi delle lave: 1) africane e oligofiriche; 2) mesofiriche; 3) porfiriche. Le linee ad I.C.f costante dividono i campi delle lave: a) plagioclasiofiriche; b) leucofiriche; c) mesotipo-porfiriche. Per i simboli si rimanda alla Fig. 1.

TABELLA 3

Abbreviazioni relative alle tab. 4 e 5

A(T)	numero* totale degli aggregati
A(1)	numero* degli aggregati con meno di 5 individui (P1), 10 individui (Px), 3 individui (O1)
A(2)	" " " con più di 5 individui (P1), 10 individui (Px), 3 individui (O1)
A(s)	" " " con individui di diverse dimensioni
A(r)	" " " con riassorbimento al contatto tra i fenocristalli
A(o1)	" " " con accrescimento post-sinneusi in tutti i fenocristalli
A(o2)	" " " con accrescimento post-sinneusi in una parte dei fenocristalli
A(p1)	" " " con inclusioni picilitiche* secondo involucri concentrici
A(p2)	" " " con inclusioni picilitiche* nella parte centrale dell'aggregato
A(p3)	" " " con inclusioni picilitiche* irregolarmente distribuite
A(p4)	" " " con inclusioni picilitiche* discontinue
A(d max) (mm)	dimensione massima degli individui degli aggregati
S	numero* degli individui isolati
S(nr)	" " " " con nucleo riassorbito
S(or)	" " " " con bordi corrosi
S(p1)	" " " " con inclusioni picilitiche* secondo involucri concentrici
S(p2)	" " " " con inclusioni picilitiche* al nucleo
S(p3)	" " " " con inclusioni picilitiche* irregolarmente distribuite
S(p4)	" " " " con inclusioni picilitiche* microcristalline
S(d max) (mm)	dimensione massima degli individui isolati
S(s)	struttura seriata

(*) Valori normalizzati ad una superficie di 5 cm². (°) Da vetrose a criptocristalline.

femici e sialici presenti come fasi intratelluriche (I.C.f) (fig. 2). Si sono così potute riconoscere, in base al diverso tenore in individui di origine intratellurica, lave da africane ad oligofiriche con I.P. minore di 15, mesofiriche con I.P. compreso tra 15 e 30 e porfiriche con I.P. maggiore di 30. All'interno dei due ultimi raggruppamenti (lave mesofiriche e porfiriche) si sono poi distinte, sulla base di I.C.f, delle varietà plagioclasiofiriche, con I.C.f minore di 10, leucofiriche, con I.C.f compreso fra 10 e 30, e mesotipo-porfiriche, con I.C.f maggiore di 30.

TABELLA 4
Caratteri dei fenocristalli e degli aggregati di plagioclasio

ACIREALE																		
Camp.	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A(7)	14	15	7	8	5	16	10	23	18	9	12	8	20	16	3	7	9	11
A(1)	12	13	7	8	5	14	10	19	18	8	10	8	16	16	3	6	9	11
A(2)	2	2	-	-	-	2	-	4	-	1	2	-	4	-	1	-	-	-
A(s)	2	2	-	1	5	2	-	7	11	2	5	3	2	-	2	3	6	6
A(z)	10	5	5	5	2	8	6	13	3	2	11	5	10	10	1	6	7	2
A(o1)	1	5	5	1	1	4	-	2	-	-	6	-	1	-	-	1	-	-
A(o2)	1	-	-	1	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-	-	1	4	2
A(p1)	2	2	4	2	1	4	3	8	5	6	2	4	10	2	-	1	5	1
A(p2)	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
A(p3)	2	2	1	-	3	8	4	7	5	2	6	2	2	5	-	3	2	2
A(p4)	4	1	3	4	-	-	3	8	8	1	-	2	5	2	3	3	2	5
A(d max) (mm)	3	2,5	3	2,5	2,5	3	2,5	3,5	2,5	3	2,3	1,8	2	3,5	2	3,5	4	3,5
S	14	18	15	20	10	9	19	6	13	35	16	11	7	15	15	13	9	29
S(nr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
S(or)	6	10	13	17	6	4	14	6	2	19	8	5	1	5	11	6	6	15
S(p1)	3	13	8	12	3	4	6	5	6	20	3	8	4	2	1	5	1	6
S(p2)	-	2	1	1	1	1	3	-	2	4	6	1	-	-	-	-	-	-
S(p3)	1	2	4	2	3	2	5	1	5	7	4	-	2	-	12	2	4	13
S(p4)	-	3	2	7	5	1	3	-	-	5	-	-	1	3	5	1	1	4
S(d max) (mm)	3	4,5	3	2	2,5	3	2,5	2	1	3,5	2	1	3	2	2	1,5	2	2
S(s)	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	si

Camp.	21	22	23	24	25	AR2	AR3	AR4	AR5	AR6	AR7	AR8	AR9	AR10	AR11	AR12	AR13	AR14
A(7)	9	19	5	13	17	14	24	13	13	17	4	11	18	12	5	11	-	7
A(1)	9	17	5	8	12	12	16	10	11	13	4	6	18	11	5	10	-	7
A(2)	-	2	-	5	5	2	8	3	2	4	-	5	-	1	-	1	-	-
A(s)	5	15	2	6	6	5	4	5	2	4	4	3	5	5	1	4	-	4
A(z)	3	12	-	11	5	11	18	9	7	12	-	-	11	5	1	2	-	-
A(o1)	-	-	-	-	2	5	-	1	3	6	-	-	2	2	1	-	-	-
A(o2)	-	-	-	3	1	4	4	6	3	-	-	-	2	1	-	-	-	-
A(p1)	-	7	-	2	6	10	12	-	4	6	-	2	2	4	-	4	-	5
A(p2)	-	1	-	-	4	2	1	3	-	-	-	2	1	-	-	-	-	1
A(p3)	3	1	-	8	5	1	-	-	6	7	-	-	7	6	4	6	-	-
A(p4)	1	1	-	2	3	2	2	3	3	4	-	3	4	2	1	1	-	-
A(d max) (mm)	2,5	2	1,5	1	2,5	2,5	1,5	2,5	2,5	3	3	1,5	2	3	3	3,5	-	3
S	30	29	43	6	11	7	24	14	20	6	19	19	18	14	14	13	9	30
S(nr)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
S(or)	3	10	35	2	5	5	14	10	18	2	6	5	6	7	2	2	4	6
S(p1)	1	12	17	3	4	6	17	1	14	5	5	7	4	1	-	5	4	11
S(p2)	1	5	2	-	-	1	1	6	-	-	3	4	-	-	-	4	1	2
S(p3)	5	7	2	3	3	-	1	1	8	1	7	6	-	8	7	3	-	5
S(p4)	10	-	2	-	-	-	5	2	5	-	5	-	-	2	-	-	-	-
S(d max) (mm)	2	2	1,5	1	1	2	2	1	2	1	3	1,8	2	2	2	2	3	2
S(s)	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si

(continua)

Dalla distribuzione dei punti rappresentativi delle diverse lave esaminate di entrambe le successioni si può notare come anche i dati quantitativi confermino la scarsità di prodotti oligo-afirici, già riconosciuta qualitativamente come caratteristica delle manifestazioni etnee (CRISTOFOLINI, 1973; CRISTOFOLINI e SPADEA, 1975; CRISTOFOLINI et al., 1977), e come tra le varietà meso- e porfiriche siano prevalenti i tipi ad abbondante plagioclasio. Inoltre appare evidente che il massimo di frequenza si ha per varietà con indice di porfiricità medio ($\sim 30-40$) caratterizzate da I.C._r piuttosto basso (10-20); per quanto riguarda le lave della zona di Acireale si nota un accenno di correlazione negativa tra I.P. ed I.C._r.

segue Tab. 4

Camp.									PIRDIRIMONTE										
	AR15	AR16	AR17	AR18	AR19	AR20	AR21	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13		
A(τ)	5	26	16	34	11	10	14	6	7	6	16	50	5	10	15	-	27		
A(1)	5	26	16	19	9	10	12	6	5	6	16	29	5	9	14	-	27		
A(2)	-	-	-	15	2	-	2	-	2	-	-	21	-	1	1	-	-		
A(s)	1	3	6	14	2	5	7	2	2	2	7	21	2	2	9	-	11		
A(τ)	1	5	6	32	6	7	5	4	5	3	10	37	2	6	8	-	14		
A(o1)	-	-	7	4	3	2	2	3	-	2	-	6	-	1	1	-	-		
A(o2)	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-		
A(p1)	3	6	5	3	-	3	6	1	-	-	-	10	3	1	3	-	5		
A(p2)	1	3	-	3	-	-	1	1	-	-	-	5	-	1	-	-	1		
A(p3)	-	3	2	4	2	4	4	2	2	-	-	13	-	1	3	-	1		
A(p4)	1	2	8	6	1	3	3	-	3	2	-	11	-	2	2	-	5		
A(d max) (mm)	2	2,5	2	2,5	2	2	1,8	2,5	3,5	1,5	1	2,5	3,5	2	3	-	2,5		
S	40	25	21	9	8	14	20	20	6	8	30	30	14	20	30	4	45		
S(nr)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	1		
S(or)	3	11	13	9	5	8	9	7	-	5	14	16	3	8	19	3	19		
S(p1)	6	-	11	1	2	5	3	6	-	-	2	5	2	2	11	-	20		
S(p2)	1	5	-	2	1	2	1	2	-	2	-	5	-	2	2	-	3		
S(p3)	6	6	10	5	2	3	11	4	-	3	2	11	2	2	6	1	4		
S(p4)	5	3	7	1	2	3	-	-	-	3	6	-	-	4	13	1	6		
S(d max) (mm)	2	2	1,5	1	1	2	2	2	2	2	3	1	3,5	3	2	2,5	3		
S(s)	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	si	si	si	no	si		

Camp.									PIRDIRIMONTE													
	14	15	LM16	17	18	20	21	23	24	31	32	33	35	37	38	39	40	42				
A(τ)	1	2	19	26	11	20	1	38	3	7	3	22	11	35	11	31	2	33				
A(1)	1	2	17	24	9	18	1	38	3	7	3	19	11	32	10	29	2	32				
A(2)	-	-	2	2	2	2	-	-	-	-	-	3	-	3	1	2	-	1				
A(s)	-	1	5	13	6	14	1	10	-	2	1	4	3	14	2	7	1	14				
A(τ)	1	2	17	16	6	8	1	27	3	5	1	10	10	14	7	14	2	14				
A(o1)	-	-	4	-	-	-	-	14	-	4	-	4	5	4	1	8	-	3				
A(o2)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	1	2	4	-	-				
A(p1)	-	1	5	2	1	3	-	5	-	3	-	6	5	9	1	10	-	22				
A(p2)	-	-	1	1	1	-	-	3	-	2	-	1	-	-	-	1	-	4				
A(p3)	1	1	7	5	1	3	1	11	-	1	2	9	3	13	2	11	-	-				
A(p4)	-	1	6	2	4	1	-	8	-	1	1	6	3	10	4	7	-	-				
A(d max) (mm)	1,5	3,5	3,5	2,5	5	3	2,5	2,5	1,5	2,5	2	3	3	2	2	2,5	2	3,5				
S	2	4	15	50	15	40	3	60	2	28	4	10	38	25	15	30	3	40				
S(nr)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
S(or)	2	1	7	22	3	11	3	54	2	10	2	3	17	8	10	27	1	21				
S(p1)	-	1	3	22	2	14	-	11	-	11	1	1	17	7	1	7	-	22				
S(p2)	-	-	6	3	-	5	-	13	-	5	1	1	5	4	2	12	-	2				
S(p3)	2	-	8	5	1	6	1	14	-	11	1	7	11	10	4	12	-	2				
S(p4)	2	1	10	6	1	-	1	2	-	4	-	-	9	1	5	1	-	5				
S(d max) (mm)	1,5	2	2,5	4	7	1,5	1	2	1	2,5	1	2,5	3	4	2	2	1	2,5				
S(s)	no	no	si	si	si	si	no	no	no	si	no	si	si	si	si	si	no	si				

(continua)

Caratteri del plagioclasio di cristallizzazione intratellurica

L'insieme delle rocce analizzate mostra, come si è visto, una variabilità piuttosto ampia dal punto di vista dei caratteri petrografici; tuttavia i componenti mineralogici presentano comunque una certa omogeneità, tale da giustificarne una trattazione unitaria.

Una prima osservazione si può fare relativamente agli aggregati prevalentemente o esclusivamente costituiti da individui plagioclasici: dai dati di tab. 4 si evidenzia che il numero di individui costituenti tali aggregati tende a non essere superiore a 5, con un massimo di frequenza di 2 o 3 cristalli. Le lave di Piedimonte sono, da questo punto di vista, abbastanza eterogenee: infatti gli aggregati di tipo A_1 (tab. 4) mostrano una distribuzione di frequenza piuttosto ampia (da 0 a 40 per 5 cm² di sezione). Nella successione di Acireale si nota invece una

segue Tab. 4

Camp.	43	44a	44b	45	50	51a	52	53	53a	54	64	65	67	68	72	74
A(T)	24	17	24	43	12	7	14	12	11	29	6	5	25	23	37	32
A(1)	18	14	19	43	12	7	12	10	10	29	6	4	25	23	37	32
A(2)	6	3	5	-	-	-	2	2	1	-	-	1	-	-	-	-
A(s)	11	6	11	7	3	2	2	3	3	8	2	2	11	8	21	13
A(r)	10	14	17	14	2	5	10	4	6	18	3	5	15	13	30	25
A(o1)	-	1	6	1	-	3	4	-	-	3	-	-	1	3	2	1
A(o2)	-	-	1	4	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-
A(p1)	2	4	2	18	3	2	7	2	2	8	-	-	3	4	3	4
A(p2)	2	-	2	2	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	2	1
A(p3)	10	7	10	3	1	1	2	4	2	-	-	-	10	9	2	5
A(p4)	6	6	8	16	2	1	2	2	2	5	3	2	7	5	10	5
A(d max) (mm)	4	3,5	3,5	4,5	2,5	1,8	2	6,5	5	3	1	1,5	3	2,5	3,5	5
S	13	23	15	30	24	13	19	20	25	30	3	4	55	100	75	58
S(nr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
S(or)	4	12	9	6	2	6	13	6	14	10	3	4	35	43	56	40
S(p1)	1	5	3	8	6	4	6	3	1	13	-	-	10	18	3	1
S(p2)	-	2	7	3	4	1	5	1	3	6	-	-	7	14	8	14
S(p3)	1	9	2	10	2	1	4	-	2	4	2	2	25	60	16	12
S(p4)	1	8	2	-	1	1	4	-	3	-	-	-	28	39	30	10
S(d max) (mm)	1	3	3,5	1,5	3,5	1	2	2,5	3	1,8	1,5	2	3,5	5	3,5	3,5
S(s)	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si

maggiore omogeneità, con un intervallo di distribuzione più ristretto (da 5 a 15 aggregati A_1 per 5 cm^2 di sezione).

Un'altra tendenza generale degli aggregati di plagioclasio è quella di essere pecilitici. Tale carattere è più marcato tra le lave di Acireale che non in quelle

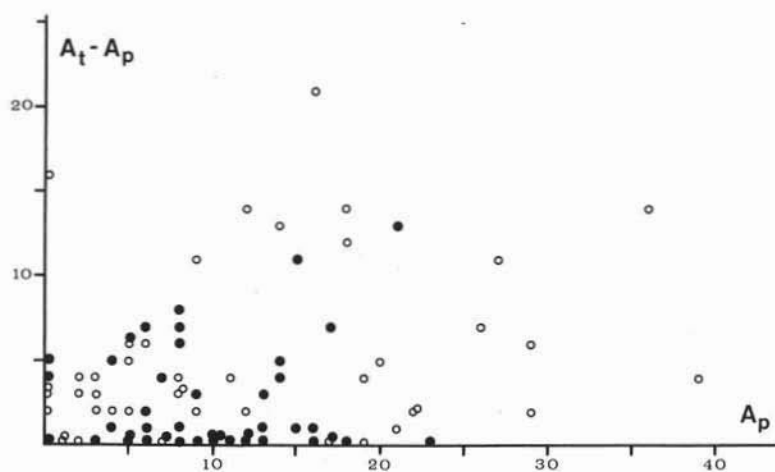


Fig. 3. — Il diagramma permette di rilevare le accentuate prevalenze di aggregati costituiti da individui pecilitici rispetto a quelli non pecilitici. A_p : numero di aggregati con individui pecilitici. $A_t - A_p$: numero di aggregati di individui non pecilitici. Per i simboli si rimanda alla Fig. 1.

di Piedimonte; per queste si è riscontrata una maggiore eterogeneità. Infatti mentre per le lave della successione di Acireale si nota costantemente un'assoluta prevalenza di aggregati con strutture pecilitiche (da 2 a 18 per 5 cm^2), rispetto a quelli che ne sono privi (3-4), nelle lave di Piedimonte Etneo si nota una certa equivalenza numerica dei due tipi di aggregati in alcuni casi, oppure un maggior

numero di aggregati pecilitici, ma con una notevole dispersione del rapporto fra i due tipi, negli altri casi (fig. 3).

Le inclusioni pecilitiche negli aggregati, presenti anche in individui isolati, sono generalmente costituite da materiale criptocristallino da torbido ad opaco, accompagnato talora da granuli microcristallini identificabili come augite; esse possono essere distinte dal punto di vista delle strutture petrografiche, in tre tipi. Si sono notate infatti inclusioni pecilitiche concentrate in fasce o involucri concentrici (A_{p1}), o al nucleo dei singoli individui (A_{p2}), oppure distribuite irregolarmente su tutto il cristallo (A_{p3}); nel caso A_{p2} gli intervalli non pecilitici presentano non di rado anche una diversa composizione rispetto alle fasce pecilitiche. In ordine di abbondanza crescente si hanno il tipo A_{p1} , A_{p2} e A_{p3} .

Frequentemente si hanno involucri pecilitici continui da un individuo all'altro di un aggregato, indicando che questo si è accresciuto dal fuso successivamente alla sua formazione; in molti altri casi si riscontrano aggregati costituiti in parte da individui pecilitici ed in parte da individui privi di inclusioni (A_{p4}).

Molto spesso (nel 50 % delle lave di Acireale e nel 30 % di quelle di Piedimonte Etneo) i contatti tra i granuli degli aggregati sono contrassegnati da fenomeni di riassorbimento (A_r) analoghi a quelli descritti da MAALOE (1976) e descritti come « riassorbimento plagioclasio-plagioclasio ». A volte ancora si riconosce un orlo di accrescimento isoorientato che può svilupparsi attorno a tutto l'aggregato (A_{o1}), oppure solo ad una parte (A_{o2}).

Inoltre, considerando la struttura degli aggregati di plagioclasio, si osserva che la loro orientazione non appare casuale: nella generalità dei casi essi sono associati più o meno perfettamente secondo piani cristallografici (più frequentemente (010)), fino a dare « geminati per sinneusi » (VANCE, 1969); altre orientazioni ricorrenti sono date dall'unione di (010) di un individuo con (001) di un altro. Alle modalità di associazione dei vari individui sembra essere legata la presenza o meno di fenomeni di reazione fra un cristallo e l'altro: questi sono quasi sempre assenti nel caso di associazione « parallela » di piani omologhi, mentre si osservano di frequente ed in maniera abbastanza vistosa negli altri casi.

Le dimensioni massime misurate su individui degli aggregati (da 1 a 4,5 mm per le lave di Acireale; da 1 a 7 mm per quelle di Piedimonte Etneo) sono leggermente superiori a quelle dei granuli isolati nel 60 % circa dei casi esaminati; nei casi rimanenti non vi sono importanti diversità di dimensioni fra individui isolati ed associati, oppure quelli sono leggermente maggiori di questi. In tutti i campioni esaminati si osservano in numero variabile degli aggregati costituiti da individui di dimensioni differenti; in parte questo fatto può essere apparente e dovuto al modo con cui i singoli cristalli sono intersecati dal piano della sezione, ma può anche esprimere una situazione reale.

Per quanto riguarda gli individui di segregazione intratellurica isolati essi sono mediamente in numero uguale a quello degli aggregati, sia pure con ampia dispersione del rapporto quantitativo fra i due tipi. Anche essi mostrano, ma meno frequentemente degli aggregati, delle inclusioni da vetrose a criptocristal-

TABELLA 5

Caratteri dei fenocristalli e degli aggregati di pirosseno ed olivina

ACIRBALE																		
PIROSSENO																		
Camp.	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A(T)	6	7	-	-	1	3	2	1	-	5	1	5	7	7	-	3	5	8
A(1)	6	7	-	-	1	3	2	1	-	4	1	5	6	5	-	3	4	8
A(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2	-	-	1	-
A(s)	3	2	-	-	1	-	2	-	-	5	1	-	7	-	-	2	5	1
A(r)	6	7	-	-	1	3	2	1	-	5	1	6	6	6	-	3	5	8
A(d max) (mm)	2	3	-	-	1	2	1	0,5	-	1	1	1,5	4,5	1	-	0,8	2	0,5
S	15	7	5	2	17	10	3	2	-	11	6	14	4	12	3	-	-	4
S(or)	2	1	5	1	12	4	-	1	-	4	6	2	4	-	-	-	-	4
S(p1)	-	-	2	-	-	1	2	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-
S(p2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S(p3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
S(p4)	-	1	2	1	9	3	-	-	-	8	5	7	-	5	-	-	-	2
S(d max) (mm)	0,7	0,5	3,5	2	7	2,5	2	1	-	5	0,8	1,5	2,5	1	0,5	-	-	0,5
S(s)	si	no	si	no	si	si	si	no	si	si	si	si	si	no	si	-	-	si
OLIVINA																		
A(T)	2	3	-	-	3	5	-	-	3	2	5	2	3	-	-	2	1	1
A(1)	2	2	-	-	3	3	-	-	3	2	3	2	1	-	-	1	-	1
A(2)	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	2	-	-	1	1	-
A(r)	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	1	-	-	1	1	1
S	4	14	5	-	15	7	5	3	15	18	13	10	6	-	2	8	3	3
A-S(d max) (mm)	1	1	2,5	-	2	2	1	0,8	2,5	2,5	2	0,5	1,5	-	1	1	2	2
PIROSSENO																		
Camp.	21	22	23	25	AR2	AR3	AR4	AR5	AR6	AR7	AR8	AR9	AR10	AR12	AR13	AR14	AR15	AR16
A(T)	-	5	2	2	9	6	2	5	-	1	4	1	1	5	7	9	9	6
A(1)	-	5	2	2	9	6	2	5	-	1	4	1	1	5	7	8	9	6
A(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
A(s)	-	5	2	2	6	3	-	4	-	1	-	-	1	-	2	2	4	-
A(r)	-	5	2	2	9	6	2	5	-	1	4	1	1	5	4	9	8	6
A(d max) (mm)	-	1,5	1,5	1	3,5	2,5	0,8	2	-	2,5	2,5	1	0,5	2,5	2,5	2	2	2
S	-	-	7	3	5	7	5	9	1	2	2	1	5	4	5	7	4	6
S(or)	-	-	2	2	4	5	4	1	1	-	1	1	5	4	4	5	1	5
S(p1)	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
S(p2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S(p3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S(p4)	-	-	5	2	4	2	3	6	-	-	-	-	-	2	3	7	4	6
S(d max) (mm)	-	-	1	3	2	2	2	2,5	2	0,8	1	2,5	3	2,5	3	2	2	3,5
S(s)	-	-	si	si	si	si	si	si	no	no	no	no	si	no	si	si	si	si
OLIVINA																		
A(T)	2	9	7	1	7	2	6	-	-	-	12	-	-	2	-	4	3	8
A(1)	2	7	7	-	6	2	4	-	-	-	5	-	-	2	-	4	3	8
A(2)	-	2	-	1	1	-	2	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-
A(r)	-	7	2	-	4	1	2	-	-	-	9	-	-	2	-	2	3	2
S	5	17	20	3	8	2	4	9	10	-	6	3	3	8	5	7	5	21
A-S(d max) (mm)	1	2,5	1,8	2,5	0,5	1,8	1,5	1,5	2,5	-	2	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1

(continua)

line localizzate al nucleo ($S_p 2$), e più spesso distribuite irregolarmente ($S_p 3$) o secondo involucri concentrici ($S_p 1$). Molto raramente gli individui isolati presentano degli inclusi microcristallini di fasi femiche ($S_p 4$): queste sono raramente associate ad inclusioni criptocristalline, e nel caso più generale in cui non lo siano, presentano sempre una distribuzione irregolare su tutto il cristallo. Attorno agli inclusi microcristallini si nota spesso un sottile orlo più albitico.

Infine tra gli individui isolati sono molto scarsi quelli che presentano segni di riassorbimento al nucleo, consistenti nel contorno irregolarmente arrotondato

segue Tab. 5

PIROSSENO						PIEDIMONTE														
Camp.	AR17	AR18	AR19	AR20	AR21	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	15			
A(T)	11	-	12	-	-	6	2	15	8	5	-	5	25	1	12	5	-			
A(1)	10	-	11	-	-	6	2	13	8	5	-	5	25	1	11	5	-			
A(2)	1	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-			
A(s)	9	-	6	-	-	5	-	8	4	5	-	1	17	-	7	4	-			
A(r)	9	-	10	-	-	6	2	13	4	5	-	5	24	1	11	5	-			
A(d max) (mm)	2,5	-	1	-	-	5	1	2	4	2,5	-	1	2	1	9	2	-			
S	5	13	2	5	-	6	-	15	21	8	5	5	10	-	10	15	12			
S(or)	-	10	2	2	-	4	-	11	10	6	3	1	3	-	4	3	6			
S(p1)	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1			
S(p2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-			
S(p3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
S(p4)	2	5	1	2	-	3	-	6	2	8	-	3	1	-	4	1	4			
S(d max) (mm)	2	2	2	7	-	1	-	2	2,5	3,5	1	1	2	-	3,5	2	3			
S(s)	si	si	si	si	-	si	-	si	si	si	no	si	si	-	si	si	si			
OLIVINA																				
A(T)	1	1	-	1	2	-	-	-	-	3	1	2	2	-	3	-	2			
A(1)	1	1	-	1	-	-	-	-	-	3	1	2	1	-	3	-	1			
A(2)	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1			
A(r)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	3	-	1			
S	10	4	-	2	5	-	-	6	-	12	-	2	16	4	8	3	5			
A-S(d max) (mm)	1	0,5	-	2	2	-	-	1	-	2	1	2	2,5	1	1,5	2	2,5			
PIROSSENO																				
Camp.	16	17	18	20	21	23	24	26	31	33	35	36	37	38	39	40	42	43		
A(T)	7	7	-	8	1	17	-	8	14	3	9	3	6	-	6	1	5	6		
A(1)	7	7	-	8	1	14	-	8	14	3	9	3	6	-	6	1	5	6		
A(2)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
A(s)	7	6	-	6	1	11	-	3	11	2	7	1	3	-	4	-	-	3		
A(r)	7	7	-	5	1	17	-	7	14	2	8	3	5	-	5	1	5	6		
A(d max) (mm)	1	2,5	-	1	1,5	1	-	0,5	3,5	1,3	1	1,5	1,5	-	0,8	0,5	1	0,5		
S	5	4	2	5	10	18	-	10	22	7	5	8	4	3	4	4	5	3		
S(or)	5	2	1	2	8	11	-	2	17	3	3	3	-	1	4	-	2	3		
S(p1)	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-		
S(p2)	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
S(p3)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-		
S(p4)	5	-	1	5	4	3	-	1	14	1	3	6	-	-	1	-	3	2		
S(d max) (mm)	1,5	1	1,5	1	2	2,5	-	1,5	7	1,5	3,5	4	1,5	1	1	1,3	2,5	1,5		
S(s)	si	no	no	no	si	si	-	si	si	no	si	si	si	no	no	no	si	no		
OLIVINA																				
A(T)	3	-	-	1	-	6	-	2	11	1	3	3	3	-	1	-	7	7		
A(1)	3	-	-	-	-	6	-	2	11	1	3	2	2	-	1	-	7	6		
A(2)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1		
A(r)	1	-	-	-	-	3	-	2	8	1	2	1	-	-	1	-	6	4		
S	13	8	8	3	12	15	1	19	12	4	17	4	3	-	7	-	12	10		
A-S(d max) (mm)	1	1	2	1,5	3,5	2	1	3	7	1,3	1	1,5	1	-	0,8	-	1,5	1,5		

(continua)

di questo con una marcata differenza di composizione rispetto all'involucro immediatamente adiacente. Molto più spesso il plagioclasio mostra dei segni di corrosione in prossimità del bordo: in questo caso si nota un involucro a bordo più o meno sfrangiato e con irregolari arrotondamenti, sul quale si distingue un sottile orlo di accrescimento di composizione generalmente più albitica.

È da segnalare che aggregati ed individui isolati con i diversi caratteri fin qui esaminati possono essere contemporaneamente presenti nella stessa roccia ed in proporzioni assai variabili da una all'altra.

È da sottolineare inoltre il fatto che mediamente le dimensioni degli individui

segue Tab. 5

PIROSSENO														
Camp.	44a	44b	45	50	51	52	53	53a	54	64	65	68	72	74
A(T)	-	-	16	3	12	11	6	10	10	-	-	-	-	1
A(1)	-	-	16	3	12	10	5	10	10	-	-	-	-	1
A(2)	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
A(s)	-	-	9	-	-	7	2	4	6	-	-	-	-	1
A(r)	-	-	13	3	12	10	3	8	9	-	-	-	-	1
A(d max) (mm)	-	-	3,5	0,5	0,5	1,5	1	1	2	-	-	-	-	2
S	-	5	9	3	12	10	13	12	14	4	-	-	-	6
S(or)	-	3	6	-	2	3	2	6	2	-	-	-	-	5
S(p1)	-	-	1	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1
S(p2)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S(p3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S(p4)	-	-	3	2	1	4	-	1	3	-	-	-	-	5
S(d max) (mm)	-	2	3,5	3,5	2	2	7	2	3	0,5	-	-	-	2,5
S(s)	-	no	si	si	si	si	si	si	si	si	-	-	si	si
OLIVINA														
A(T)	-	1	8	2	-	8	3	3	2	-	1	1	-	4
A(1)	-	1	6	2	-	5	2	3	2	-	1	1	-	4
A(2)	-	-	2	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-
A(r)	-	-	4	1	-	6	2	2	1	-	1	1	-	3
S	2	5	12	6	-	17	5	2	23	-	-	2	8	7
A-S(d max) (mm)2	1,5	1	0,5	-	1,5	1	1	1,5	-	1	1,5	2	2	

isolati e di quelli in aggregati, anche associati con fasi femiche non differiscono sostanzialmente, cosa questa che può significare tempi di cristallizzazione analoghi, benché in ambienti non rigorosamente uguali, secondo quanto è indicato dalle differenze nelle strutture e nelle composizioni degli individui della stessa roccia.

Per quanto riguarda le composizioni, ricavate attraverso determinazioni ottiche, si può osservare come accanto a lave con individui abbastanza omogenei ne esistano altre in cui la composizione del nucleo ed i caratteri della zonatura sono notevolmente eterogenei. A titolo di esempio sono riportati in tab. 6 i dati relativi ad alcune rocce, scelte a rappresentare i diversi casi.

Talora come nel campione AR20, i nuclei hanno composizione oscillante in un intervallo molto ristretto e la zonatura è di tipo normale diretto, con caratteri omogenei per tutti gli individui. Solo eccezionalmente, come per esempio al contatto con un cristallo augitico in un aggregato polimineralico, il tenore in anortite del plagioclasio mostra un brusco incremento. In altri casi (campione 1) i nuclei presentano una composizione variabile entro limiti ampi (fig. 4) e la zonatura è frequentemente oscillatoria o a « chiazze »; questi caratteri sono ricorrenti, benché non molto frequenti nelle lave di ambedue le successioni esaminate (tab. 6).

Come si è accennato, anche nella stessa lava i vari individui possono presentare caratteri diversi: ad esempio in un caso (camp. 1) due individui hanno la stessa composizione al nucleo (67-68 % An AT), ma uno lo presenta pecilitico e l'altro no. Nel primo, appartenente ad un aggregato polimineralico, la composizione passa gradualmente e con oscillazioni ad una fascia più albitica, per tornare poi con un passaggio brusco a quella iniziale in un sottile involucro, che a sua volta passa gradualmente e con una zonatura di tipo diretto a fasce sempre più albitiche, fino ad oligoclasio (24 % An). Nel secondo si hanno due distinti involucri di composizione uguale al nucleo; il più interno piuttosto sottile mostra un passaggio

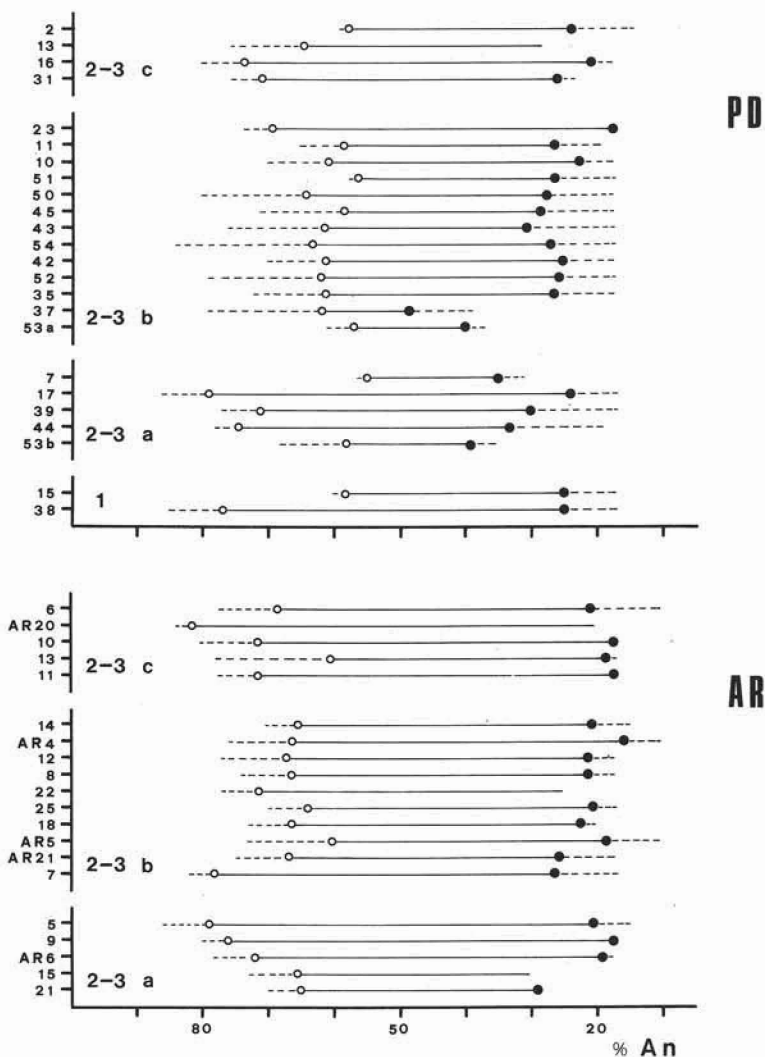


Fig. 4. — Nel diagramma si può notare la notevole dispersione delle composizioni medie determinate otticamente dei nuclei plagioclastici nelle diverse varietà di lave delle due zone esaminate (PD: Piedimonte Etneo; AR: Acireale). Si noti anche l'ampio intervallo di composizioni tra i nuclei e le periferie estreme. - ○: composizioni medie dei nuclei; ●: composizioni medie delle periferie (nei casi in cui i dati ottenuti erano scarsi, queste non sono state calcolate). Per le sigle vedi Fig. 2.

brusco (da 54 % An a 68 % An), mentre al più esterno, più ampio e con struttura pecilitica, si giunge attraverso un passaggio graduale da una fascia intermedia andesinica.

Nelle lave esaminate si notano talora individui con zonatura a « chiazze » nel nucleo; per esempio nella zona di Piedimonte Etneo si è riconosciuto un individuo con nucleo bytownitico a struttura pecilitica, con piccole plaghe di forma irregolare a composizione labradoritica (62 % An), prive di inclusioni. Nel suo

TABELLA 6
Composizioni di fenocristalli di plagioclasio

		ACIREALE										ARZO										
Camp.	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
		68	64	70	74	74	67	71	76			77	82	84	82	81	82	81	82			
		54					57	56	59			40	65	63	62	67	65	60	65			
		68	47	55	65	54	67	71	49													
		54					57	56	43													
		68		17	50	37	24	44	29			20	45	33	38	34	38	74	45			
		54							18													
		40																				
		18																				

		PIEDIMONTE																				
Camp.	N	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	
		68	53	62	54	54	55	53	70	50	76	56	54	56	54	57	61	84	56	67	55	58
		57	61	54	38	40	33	29	48	30	64	17	17	35	20	30	53	53	48	57	35	47
		47	17	22					17		56						17	62	30	47	17	29
											34						40		18			32

complesso il nucleo è idiomorfo ed è circondato da un involucro nettamente più albitico (53 % An), a sua volta seguito da una fascia con bordi sfumati di composizione uguale a quella delle « chiazze » del nucleo. Questo involucro passa poi gradualmente a composizioni più albitiche (40 % An). In un altro caso un fenocristallo presenta un nucleo vistosamente pecilitico a composizione An_{76} , con irre-

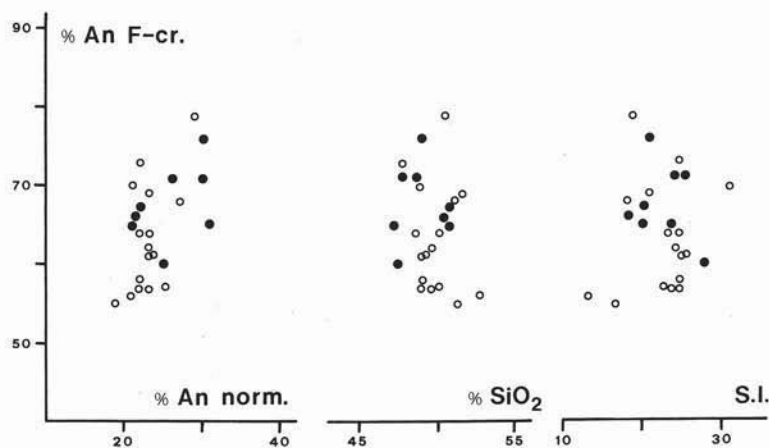


Fig. 5. — In ordinata sono riportate le composizioni medie dei nuclei plagioclasici ricavate otticamente; queste sono confrontate con alcuni parametri ricavati dalle analisi chimiche: tenore in An nel plagioclasio normativo; % SiO_2 ; S.I. (indice di solidificazione). In tutti i casi è evidente la scarsa correlazione tra le composizioni dei nuclei ed i parametri rappresentativi del chimismo delle rocce considerate. Per i simboli si veda Fig. 1.

golari « chiazze » labradoritiche (An_{56}): esso passa gradualmente a composizioni nettamente più albitiche (An_{34}) attraverso numerosi sottili involucri. Altri individui nella stessa lava (camp. 43) si presentano diversi, o per la composizione del nucleo, o per l'assenza di « chiazze », o ancora per i caratteri di dettaglio della zonatura e per la distribuzione delle fasce pecilitiche.

Passando a considerare nel loro complesso i dati composizionali dei nuclei di plagioclasio nelle lave della zona di Piedimonte Etneo, si può notare (fig. 4) che nelle varietà oligofriche e plagioclasiofriche esistono due diversi tipi di fenocristalli plagioclasici, uno con nuclei di composizione tra 70 e 80 % An e l'altro con nuclei al 60 % An, generalmente coesistenti nella stessa lava, in proporzioni variabili, di modo che la composizione media dei nuclei oscilla tra estremi piuttosto ampi (An₅₅₋₇₈). Nelle varietà leucofriche fino a mesotipo-porfiriche i nuclei plagioclasici mostrano in media composizioni abbastanza costanti, ma con dispersione molto accentuata dei tenori in An, che in alcuni individui raggiungono l'80 %.

Gli involucri più esterni raggiungono mediamente composizioni oligoclasiche (An₂₀₋₃₀), con estremi in alcuni termini plagioclasiofrici fino a 17 % An.

Il confronto tra i dati composizionali ottenuti attraverso le determinazioni ottiche, e quelli ricavati da determinazioni diffrattometriche (PUGLISI e TRANCHINA, 1977), consente di verificare in generale concordanza delle composizioni medie dei nuclei definite otticamente, con quelle determinate su polveri arricchite in plagioclasio mediante XRD (fig. 6). Ciò conferma che in linea di massima i processi di arricchimento e separazione del plagioclasio per l'esame diffrattometrico comportano l'eliminazione pressochè totale degli involucri esterni più albitici.

Un quadro simile nei caratteri generali, anche se con minori differenze di dettaglio è offerto dalle lave della successione di Acireale (fig. 4), che mostrano fenocristalli plagioclasici, isolati ed in aggregati, con nuclei a composizione media intorno a 65 % An, che tuttavia non di rado raggiungono tenori oltre il 70 % An, con estremi fino a 80 % An.

Per meglio inquadrare i problemi posti dall'eterogeneità di caratteri composizionali e strutturali degli individui plagioclasici di cristallizzazione intratellurica, si è anche cercato di individuare possibili correlazioni tra la composizione dei nuclei plagioclasici ed alcuni parametri chimici, rappresentativi del grado di evoluzione del magma (fig. 5), nell'ipotesi che la composizione delle fasi che si separano da fusi di composizione definita debba variare in modo non casuale, legato alle variazioni composizionali del fuso stesso. Anche dal solo esame qualitativo dei diagrammi di fig. 5 emerge assai chiaramente l'assenza di una evidente ed univoca correlazione tra il tenore medio dei nuclei plagioclasici (cfr. CRISTOFOLINI e SPADEA, 1975) e parametri chimici, ricavati da CRISTOFOLINI et al. (1977) per le lave di Piedimonte Etneo e da analisi inedite per quelli di Acireale; i nuclei tra l'altro risultano avere composizioni piuttosto basiche rispetto a quelle che competerebbero al plagioclasio segregato da magmi con SiO₂ = 50 %. Al contrario la composizione degli involucri periferici, cristallizzati da un fuso residuale in momenti assai prossimi all'effusione, mostra variazioni piuttosto contenute, nell'ambito dell'oligoclasio.

Caratteri dei minerali femici di cristallizzazione intratellurica

Anche l'augite costituisce talora aggregati monomineralici: in sezione essi appaiono più frequentemente formati da 5 a 8 individui, e molto raramente da più di 10, in genere di dimensioni assai simili (tab. 5).

A differenza che per il plagioclasio, gli individui pirossenici degli aggregati non mostrano contatti subparalleli, secondo piani cristallografici ben definiti, ma piuttosto all'interno dell'aggregato essi mostrano rapporti di autalotriomorfismo, mentre sono invece idiomorfi nei confronti della pasta di fondo. Le ricerche condotte non hanno comunque permesso di escludere l'esistenza di associazioni regolari tra gli

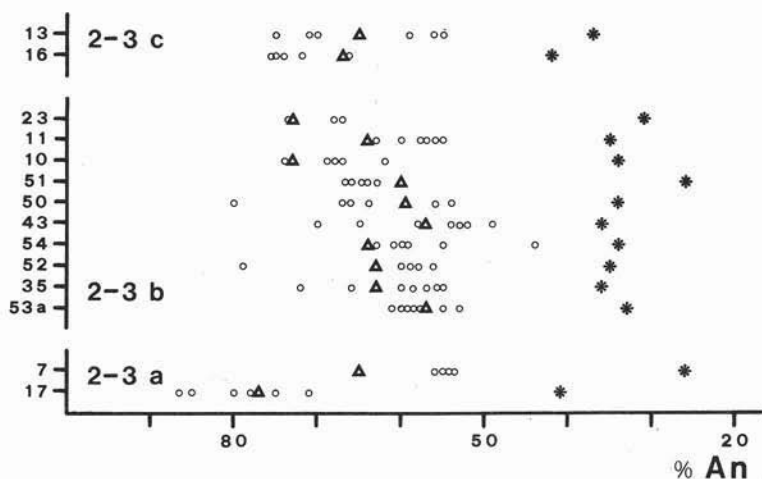


Fig. 6. — Sono state riportate a scopo di confronto le composizioni ricavate otticamente su nuclei di cristalli singoli (○), quelle ottenute diffrattometricamente (△) e quelle normative (*) per plagioclasti della zona di Piedimonte Etneo. Si può osservare come le composizioni medie ottenute per via diffrattometrica cadano di norma nell'intervallo di variazione delle composizioni determinate al microscopio. Per le sigle si veda la Fig. 2.

individui degli aggregati, del tipo di quelle già descritte da DI FRANCO (1930) in prodotti recenti dell'Etna.

Per quanto riguarda gli individui isolati si è notata in tutti i campioni esaminati una struttura seriatata; le dimensioni massime per i fenocristalli isolati tendono ad essere leggermente maggiori di quelle dei granuli degli aggregati: in questi esse vanno da 0,5 a 4 mm circa, con rare eccezioni fino a 9 mm; in quelli sono disperse fra 0,5 e 7 mm. I cristalli augitici sono assai raramente pecilitici e non mostrano, salvo alcune eccezioni, marcate zonature. In ogni caso le inclusioni pecilitiche quando sono presenti sono disposte in involucri regolari, o meno frequentemente al nucleo, e le zonature evidenti caratterizzano individui di dimensioni notevoli, generalmente pecilitici.

Per quanto riguarda l'olivina si è riscontrato che in genere gli individui maggiori si trovano isolati, mentre altri di minori dimensioni si trovano generalmente associati in gruppi di tre-quattro. In molti casi l'olivina si trova anche in aggregati

con pirosseno e/o plagioclasio, ma in quantità subordinata rispetto alle altre fasi.

Tra gli aggregati polimineralici, sono più diffusi quelli costituiti appunto da augite ed olivina, e via via meno frequenti quelli a pirosseno e plagioclasio, a plagioclasio ed olivina, fino ad arrivare ad associazioni di tipo « gabbriico » (plagioclasio, pirosseno ed olivina): di notevole interesse appaiono quelli formati da plagioclasio ed augite: oltre a pochi casi in cui gli individui associati sono due, si può notare che l'aggregato è costituito di granuli pirossenici di piccole dimensioni, al centro, circondati da numerosi individui di plagioclasio. In altri casi inclusi di pirosseno, con aspetto di relitti, possono trovarsi anche in cristalli isolati di plagioclasio (tab. 4; S_{p4}). Caratteri di questo genere sono indicativi di variazioni chimico-fisiche ambientali, favorevoli prima alla segregazione dell'augite, i cui cristalli tendevano ad aggregarsi, e poi del plagioclasio, rispetto al quale gli aggregati femici potevano agire da nuclei di cristallizzazione.

Molto spesso negli aggregati di fasi femiche, mono- e polimineralici, si trova del materiale interstiziale a grana più minuta, prevalentemente dato da lamelle di plagioclasio e granuli di olivina. Inoltre si trova frequentemente magnetite, sia inglobata in altre fasi, sia aggregata in individui anche maggiori delle specie più abbondanti.

Considerazioni conclusive

L'insieme dei dati esposti permette di mettere in rilievo una notevole eterogeneità di dettaglio delle vulcaniti considerate, sia all'interno dello stesso campione, sia tra campioni diversi. I dati delle analisi modali evidenziano una molto ampia dispersione dei valori dell'Indice di Porfiricità e dell'Indice di Colore, ed ancor più del rapporto tra fenocristalli femici rispetto al totale dei fenocristalli (I.C.r) (figg. 1 e 2; tab. 2). Già questi dati quantitativi, che confermano osservazioni qualitative (cfr. CRISTOFOLINI, 1973), appaiono compatibili con la presenza nelle strutture alimentatrici del vulcano di sacche dove il magma di provenienza profonda (CARTER e CIVETTA, 1977; CRISTOFOLINI et al., in stampa) possa stazionare evolvendo in seguito a complessi fenomeni di sottrazione ed accumulo di fasi cristalline. Ciò risulta tanto più sostenibile se si considerano anche le dimensioni medie e massime degli individui cristallini di formazione intratellurica, analoghe a quelle di cristalli in masse plutoniche, che indicano tempi di accrescimento notevolmente estesi.

L'esame delle strutture dei fenocristalli, sia in aggregati che isolati, consente poi di dare ulteriori conferme alle indicazioni sopra accennate e di precisare l'andamento dei processi di cristallizzazione.

In particolare per quanto riguarda i plagioclasii sono assai significative le strutture che indicano un'associazione per « sinneusi », in presenza di abbondante fuso, in seguito a contatto casuale tra granuli che vi si trovano immersi, probabilmente agevolato dall'instaurarsi di moti turbolenti nella massa magmatica (VANCE, 1969). A tal proposito appare degno di nota che nella stessa lava coesistano aggregati

che presentano un diverso sviluppo dell'involucro di accrescimento formatosi successivamente all'aggregazione: ciò suggerisce che vi siano stati più momenti favorevoli allo sviluppo di aggregati per « sinneusi ». Inoltre il rapporto fra aggregati ed individui isolati, ampiamente variabile nelle lave esaminate, conferma che la tendenza a dare questo tipo di associazioni dipende non solo dai caratteri della specie mineralogica, ma anche dal verificarsi di condizioni in grado di agevolare il fenomeno, come già suggerito da VANCE e GILREATH (1967). Finalmente è da sottolineare che le dimensioni dei singoli individui degli aggregati, anche polimineralici, sono analoghe a quelle dei cristalli isolati; tenendo conto che non si sono notate differenze sistematiche tra le composizioni dei nuclei dei cristalli isolati e di quelli negli aggregati, questo fatto suggerisce che i vari individui si siano segregati per intervalli di tempo simili da magmi analoghi.

D'altra parte, sempre per il plagioclasio si è messa in evidenza la scarsa correlazione tra composizione del plagioclasio al nucleo ed il chimismo complessivo. Si è inoltre notata la dispersione delle composizioni dei nuclei plagioclasici, sia all'interno della stessa lava, sia tra le diverse rocce esaminate. Variazioni composizionali di plagioclasio cumulitico sono spesso riconosciute in diversi complessi gabbriici, generalmente in funzione della profondità, e sono attribuibili a diversi fattori, tra cui appaiono più importanti l'evoluzione della composizione dei fusi per cristallizzazione frazionata, la variazione della pressione totale e differenze di concentrazione dei componenti volatili (CARR, 1954; MAALOE, 1976; VANCE, 1962; WAGER, 1967; YODER et al., 1957). I dati presentati suggeriscono perciò che nella stessa lava si trovino ora associati cristalli plagioclasici segregati da magmi con composizione e/o in condizioni ambientali diverse, successivamente inglobati nei fusi dai quali hanno tratto origine le lave esaminate.

Indicazioni analoghe provengono anche dall'esame delle zonature nel plagioclasio: come si è già fatto presente vari individui nella stessa lava presentano schemi di zonatura diversi, ciò che è compatibile esclusivamente con un accrescimento in condizioni differenti anche in stadi piuttosto avanzati del loro sviluppo. D'altra parte l'eterogeneità dei caratteri dei diversi involucri e delle modalità della loro successione non consente di stabilire un solo fattore preponderante al quale attribuire la genesi delle zonature. In alcuni casi nuclei bytownitici, entro cui si trovano sporadicamente chiazze più albitiche, sono circondati da involucri labradoritici; più frequentemente attorno ad un nucleo labradoritico si ha una successione di fasce leggermente più basiche cui se ne alternano delle altre a composizione simile a quella del nucleo; infine generalmente le porzioni più esterne presentano una zonatura diretta, fino ad oligoclasio.

Non di rado diversi individui plagioclasici presentano nuclei ed involucri vistosamente pecilitici, con inclusioni di materiale da vetroso a criptocrallino: in questi casi più che a relitti di fasi precedentemente formate o a prodotti di cristallizzazione da un liquido che abbia localmente riassorbito il cristallo ospitante, le inclusioni pecilitiche si possono attribuire, in accordo con quanto segnalato da GUTMANN (1977), ad episodi di rapido accrescimento per improvvise variazioni di

parametri chimico-fisici ambientali durante la cristallizzazione, ed in particolare della pressione totale e soprattutto di quella di volatili.

Il quadro globale che emerge dalle osservazioni consente di indicare per il plagioclasio ambienti di cristallizzazione diversi e rapidamente variabili, anche se con dettagli, come la zonatura a « chiazze », difficilmente interpretabili, sia pur tenendo conto dei suggerimenti avanzati da VANCE (1965, 1966) e FRASER (1966). I vari individui possono pertanto essersi formati in masse magmatiche non molto profonde, facenti parte di un sistema vulcanico, dove episodi eruttivi possono indurre turbamenti nel regime di cristallizzazione per variazioni di pressione totale e/o di vapore, per mescolamento con magmi più profondi, per alterazione dei sistemi convettivi (CARR, 1954; MOROHASHI et al., 1974). L'eterogeneità composizionale e strutturale dei cristalli plagioclasici non è compatibile con una loro genesi da uno stesso magma in condizioni ambientali costanti, ma indica piuttosto che cristalli segregatisi in situazioni ampiamente variabili siano stati inglobati, durante la risalita da magmi che poi hanno eventualmente dato origine alle effusioni laviche analizzate.

Il complesso delle indicazioni provenienti dall'esame delle fasi femiche in fenocristalli, sia aggregati che isolati, appare meno dettagliato per la minore evidenza di zonature composizionali, per l'assenza di involucri pecilitici e di chiare strutture di associazione per « sinneusi ». Lo studio ottico inoltre non ha permesso di dare con sufficiente precisione il quadro delle variazioni composizionali all'augite. Tuttavia anche i dati raccolti sulle fasi femiche permettono di trarre delle conclusioni preliminari sulle modalità e l'ambiente di formazione di questi minerali.

Pur potendosi interpretare alcuni caratteri strutturali dei granuli femici, quali quelli sopra citati, con una diversa cinetica di cristallizzazione (GIBB, 1974) rispetto a quella del plagioclasio, o con un'omogenizzazione in condizioni di *sub-solidus* (MOORE e EVANS, 1967), la scarsità di aggregati a composizione « gabbriica » e la netta diversità di strutture microscopiche entro e tra i diversi individui femici, rispetto a quelli plagioclasici, suggeriscono che il loro sviluppo sia avvenuto almeno in parte in condizioni differenti: in particolare mentre il plagioclasio rimaneva sospeso nel fuso, dove occasionalmente dava origine ad associazioni per « sinneusi », ed era soggetto a rapide ed improvvise variazioni delle condizioni ambientali, gli individui femici, più densi, tendevano a concentrarsi verso il basso formando un impasto cumulitico, in una situazione ambientale meno soggetta a drastiche variazioni di temperatura e di pressione.

Le strutture microscopiche degli aggregati femici sono compatibili con un'interpretazione di questo tipo. Infatti al loro interno questi sono caratterizzati da rapporti di autallotriomorfismo e dalla presenza di fasi interstiziali: i primi indicano un accrescimento successivo all'accumulo, dove i diversi individui si disturbavano reciprocamente nel proprio sviluppo, le seconde si possono interpretare come materiale intercumulitico (JACKSON, 1961; WAGER, 1967; WAGER e BROWN, 1968; WAGER et al., 1960). In appoggio a questo modo di vedere si fa presente che noduli prevalentemente femici sono stati riconosciuti tra prodotti etnei nella zona di Acireale

(Lo GIUDICE e RITTMANN, 1975), con chiare indicazioni di una genesi cumulitica.

Venute di magma successive potrebbero avere smembrato l'impasto di cristalli cumulitici prima della sua completa solidificazione, inglobandone e riportandone verso i livelli più elevati dei frammenti, che si ritroverebbero poi nelle lave come nuclei di fenocristalli isolati o come aggregati.

L'interpretazione, data in precedenza, di una mescolanza casuale di fasi cristalline intratelluriche con un magma a grado di evoluzione non costante si accorda anche con la forte dispersione dei valori dell'indice di porfiricità e del rapporto tra le percentuali di fenocristalli femici e plagioclastici (fig. 2), che appare un carattere molto netto di ambedue le successioni analizzate.

La presenza di sacche magmatiche nel basamento dell'Etna, qui suggerita sulla base esclusiva di dati petrografici, ritrova una conferma anche nei risultati di ricerche sismologiche (cfr. CRISTOFOLINI et al., 1979) che indicano l'esistenza sotto l'edificio vulcanico, tra 10 e 20 km sotto il livello del mare, di *low velocity layers* interpretabili come zone di infiltrazione magmatica, nonchè nell'ampia dispersione di apparati effusivi periferici, interpretabili come eccentrici (sec. RITTMANN, 1963), la cui attività è stata verosimilmente alimentata da serbatoi crostali, interessati dalla vistosa attività tettonica disgiuntiva recente della zona etnea.

BIBLIOGRAFIA

- BOTTINGA Y., KUDO A., WEILL D. (1966) - *Some observations on oscillatory zoning and crystallization of magmatic plagioclase*. Amer. Miner., 51, 792-806.
- BRYAN W. B., FINGER L. W., CHAYES F. (1969) - *Estimating proportions in petrographic mixing equatory by least squares approximations*. Sc., 163, 926-927.
- CARR J. M. (1954) - *Zoned plagioclase in layered gabbros of the Skaergaard intrusion, East Greenland*. Miner. Mag., 30, 367-375.
- CARTER R. S., CIVETTA L. (1977) - *Isotope and trace element variations in the eastern sicilian volcanics: genetic implications of the heterogeneous nature and development of the source regions*. Earth. Plan. Sc. Lett., 36, 168-180.
- CHAYES F. (1964) - *Variance-covariance relations in Harker diagrams of volcanic suites*. Jour. Petrol., 5, 219-237.
- CRISTOFOLINI R. (1973) - *Recent trends in the study of Etna*. Phil. Trans. R. Soc. London, A 274, 17-35.
- CRISTOFOLINI R., ALBINI A., DI GIROLAMO P., STANZIONE D. (1980) - *Geochemistry of some volcanics from south-eastern Sicily: rare earth and other trace element distribution*. Bull. Volc., 43 (in stampa).
- CRISTOFOLINI R., LENTINI F., PATANÈ G., RASÀ R. (1979) - *Integrazione di dati geologici, geofisici e petrologici per la stesura di un profilo crostale in corrispondenza dell'Etna*. Boll. Soc. Geol. It., 98, 239-247.
- CRISTOFOLINI R., PATANÈ G., PUGLISI D., RASÀ R., TRANCHINA A. (1977) - *Il basso versante nord-orientale dell'Etna nei dintorni di Piedimonte Etneo: studio geologico e morfologico-strutturale*. Boll. Soc. Geol. It., 96, 695-712.
- CRISTOFOLINI R., PUGLISI D. (1976) - *Rapporti petrogenetici tra lave porfiriche del basso versante meridionale dell'Etna*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 1297-1322.
- CRISTOFOLINI R., SPADEA P. (1975) - *Le lave latitandesitiche antiche della zona di Piedimonte Etneo (versante nord-orientale dell'Etna)*. Rend. S.I.M.P., 31, 309-336.

- DI FRANCO S. (1930) - *L'augite dell'Etna*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Mem., V, 1-14.
- FRANZINI M. (1965) - *Sulla determinazione della composizione e dello stato termico dei plagioclasti geminati albite-Karlsbad*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Pisa, 72, 1-22.
- FRASER A. G. (1966) - *Patchy zoning in plagioclase: a discussion*. Jour. Geol., 74, 514-517.
- GIBB F. G. F. (1974) - *Supercooling and the crystallization of plagioclase from a basaltic magma*. Miner. Mag., 39, 641-653.
- GUTMANN J. T. (1977) - *Textures and genesis of phenocrysts and megacrysts in basaltic lavas from the Pinacate volcanic field*. Amer. Jour. Sc., 277, 833-861.
- KOCH G., LINK P. F. (1970) - *Statistical analysis of geological data*. I, Wiley, New York, 375 pp.
- JACKSON E. D. (1961) - *Primary textures and mineral associations in the ultramafic zone of the Stillwater Complex, Montana*. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 358, 1-106.
- LE MAITRE R. W. (1979) - *A new generalised petrological mixing model*. Contr. Miner. Petrol., 71, 133-137.
- LO GIUDICE A., RITTMANN L. (1975) - *Su alcune accumuliti etnee: aspetti mineralogici e genetici*. Riv. Miner. Sic., 151-153, 1-12.
- MAALOE S. (1976) - *The zoned plagioclase of the Skaergaard intrusion, East Greenland*. Jour. Petrol., 17, 398-419.
- MOORE J. G., EVANS B. W. (1967) - *The role of olivine in the crystallization of the Prehistoric Makaopuhi Tholeiitic Lava Lake, Hawaii*. Contr. Miner. Petrol., 15, 202-223.
- MOROHASHI T., BANNO S., YAMASAKI M. (1974) - *Plagioclase zoning in the Setogawa ash-flow sheet of the Nohi Rhyolite Complex, Central Japan*. Contr. Miner. Petrol., 45, 187-196.
- PUGLISI D., TRANCHINA A. (1977) - *Variazioni petrografiche e petrochimiche entro due successioni laviche affioranti sul versante nord-orientale dell'Etna (zona di Piedimonte Etneo)*. Miner. Petrogr. Acta, 21, 65-91.
- RITTMANN A. (1963) - *Vulkanismus und Tektonik des Aetna*. Geol. Rdsch., 53, 788-800.
- TOBI A. C. (1963) - *Plagioclase determination with the aid of the extinction angles in section normal to (010). A critical comparison of the current albite-Karlsbad charts*. Amer. Jour. Sc., 261, 157-168.
- TRÖEGER W. E. (1959) - *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale*. I, Nägele u. Obermiller, Stuttgart, 147 pp.
- VANCE J. A. (1962) - *Zoning in igneous plagioclase: normal and oscillatory zoning*. Amer. Jour. Sc., 260, 746-760.
- VANCE J. A. (1965) - *Zoning in igneous plagioclase: patchy zoning*. Jour. Geol., 73, 636-651.
- VANCE J. A. (1966) - *Patchy zoning in plagioclase: a reply*. Jour. Geol., 74, 518-521.
- VANCE J. A. (1969) - *On synneusis*. Contr. Miner. Petrol., 24, 7-29.
- VANCE J. A., GILREATH J. P. (1967) - *The effect of synneusis on phenocryst distribution patterns in some porphyritic igneous rocks*. Amer. Miner., 52, 529-536.
- WAGER L. R. (1967) - *Rhythmic and cryptic layering in mafic and ultramafic plutons*. In: «Basalts», Hess e Poldervaart ed., 573-620, Interscience-Wiley, New York.
- WAGER L. R., BROWN G. M. (1967) - *Layered igneous rocks*. Oliver and Boyd, Edinburgh, 585 pp.
- WAGER L. R., BROWN G. M., WADSWORTH W. J. (1960) - *Types of igneous cumulates*. Jour. Petrol., 1, 73-83.
- WRIGHT T. L., DOHERTY P. C. (1970) - *A linear programming and least squares computer method for solving petrological mixing problems*. Bull. Geol. Soc. Am., 81, 1995-2008.
- YODER H. S., STEWART D. B., SMITH J. R. (1957) - *Ternary feldspars*. Yb., Carnegie Instn. Wash., 56, 206-214.
- Carta Geologica del Monte Etna*. C.N.R., P. F. Geodinamica - Ist. Int. Vulc., Scala 1:50.000 (1979).