

CENTRO STUDI DI PETROGRAFIA E GEOLOGIA DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
PRESSO L'UNIVERSITÀ DI PADOVA

O. HIEKE MERLIN

LE VULCANITI ACIDE DELL'AFRICA ORIENTALE

(Con 7 figure nel testo e 3 tavole)



PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1953

Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova

Volume XVIII



INTRODUZIONE

Questo studio di carattere chimico-petrografico sulle formazioni effusive acide dell'Africa Orientale fa seguito all'altro mio lavoro sulle vulcaniti basiche della stessa regione, già pubblicato nelle Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova (bibl. 23).

Le rocce effusive acide studiate provengono dalle regioni di Addis Abeba, di Harar e dalla Dancalia meridionale e sono state raccolte negli anni 1936-1937 dai Professori M. GORTANI e A. BIANCHI, nella esplorazione geologica da loro condotta sotto gli auspici dell'AGIP.

Ringrazio vivamente il Direttore dell'Istituto di Mineralogia, Prof. A. BIANCHI, sia per il copioso ed interessante materiale affidatomi in esame sia per la guida di cui mi fu largo durante lo svolgimento delle ricerche.

Per tutte le notizie di carattere geologico-petrografico relative a questi territori mi sono riferita ai lavori di A. BIANCHI ed M. GORTANI (bibl.: 18, 19, 20, 21) ed alle carte geologiche della regione Hararina e della Dancalia meridionale rilevate dagli stessi Autori.

In Africa Orientale, sul basamento cristallino paleozoico e sui terreni mesozoici arenaceo-calcarei affiorano per estese superfici formazioni vulcaniche, acide e basiche, localizzabili cronologicamente tra l'era terziaria e l'attuale. Le rocce acide, subordinate in estensione e potenza alle basiche, compaiono cronologicamente dopo queste: infatti, mentre fra le vulcaniti terziarie più antiche della serie dell'Ascianghi (parte inferiore della serie trappica) si rinvencono solo lave e tufi di natura basaltica a giacitura stratoide, fra le formazioni terziarie più recenti della serie di Magdala (parte superiore della serie trappica) si ritrovano per la prima volta, e sono anche frequenti, intercalazioni nelle facies basiche di lipariti, trachilipariti e relativi tufi.

Altre lave acide di natura liparitica e trachiliparitica, prevalentemente vetrose e vetrofiriche, fluidali, a carattere più o meno alcalino si ritrovano sotto forma di creste, domi, giogaie fra le vulcaniti della serie superiore di Aden; queste formazioni vengono per la maggior parte riferite al Neogene.

All'era quaternaria, ed in massima parte all'Olocene, vanno attribuiti invece i conigli isolati, di composizione acida e basica, che si trovano nella Dancalia e nella valle dell'Auasc.

Ho sottoposto ad un completo studio chimico-petrografico sedici rocce effusive acide di larga diffusione in Africa Orientale; la loro classificazione, sulla base del chimismo, mi ha portato ad individuare sei gruppi di tipi acidi ⁽¹⁾:

- 1) lipariti (1-2)
- 2) lipariti ed ossidiane comenditiche (3-4-5-6*-7*-8*)
- 3) trachilipariti alcalino sodiche (9-10-11)
- 4) trachilipariti alcalino potassiche (12-13)
- 5) trachilipariti ed ossidiane alcaline sodico-potassiche, a carattere pantelleritico-comenditico (14-15*)
- 6) trachiti alcalino-sodiche (16).

Nella seconda parte della memoria ho creduto opportuno riportare anche i risultati delle ricerche condotte da altri Autori su rocce effusive acide di varie località dell'Africa Orientale, per ottenere un quadro il più possibile completo dei caratteri chimici e petrografici delle vulcaniti acide di questa regione. Ho potuto così dedurre considerazioni di carattere generale sul loro chimismo e sulla loro differenziazione magmatica.

STUDIO CHIMICO-PETROGRAFICO DELLE PRINCIPALI FACIES

LIPARITI

Fra le vulcaniti acide domiformi della serie superiore di Aden sono frequenti le lave riferibili ai tipi liparitici. Fra questi ho preso in esame, come termini rappresentativi, due facies provenienti dal gruppo dei Mil Millacat e dalla conca di Mofà nell'alto Borchenna.

Tra il bacino di Harraua ed il tavolato di Aiscia la cresta montuosa dei Mil Millacat, innalzantesi per trecento metri sulle arenarie, è costituita da lave acide scure di colore bruno, talora a manifesta struttura fluidale e sferolitica, alle quali si associano anche lave più compatte, selciose di tinta brunastra e struttura porfirica per la presenza di fenocristalli di quarzo e sanidino in cemento criptocristallino quarzoso-feldispatico.

Nell'alto Borchenna al margine dell'Altipiano Abissino, lungo la strada che da Combolcià porta a Debrasina, s'incontrano piccoli domi liparitici, simili per struttura e composizione alle lave dei Mil Millacat.

1. - La liparite dei Mil Millacat.

Questa facies proveniente da uno degli spuntori acidi dei Mil Millacat presenta struttura microsferulitica, costituita in prevalenza da un aggregato di minuscole sferuliti di tinta bruniccia che talora si addensano in scie e zolle. Si tratta di aggregati raggiati di aghi sottilissimi di ortoclasio, cementati da calcedonio (fig. 3, Tav. I), che presen-

⁽¹⁾ Le cifre fra parentesi rotonde esprimono il numero d'ordine progressivo delle lave studiate; l'asterisco contrassegna le facies a carattere ossidianoide.

tano debole birifrangenza, indici di rifrazione inferiori a quello del balsamo, allungamento negativo.

La restante massa è microcristallina, prevalentemente quarzoso-feldispatica, a grana molto minuta ed include pochi ed isolati elementi di quarzo, spesso riassorbito, e di ortoclasio.

Si rinvencono inoltre: grumi di limonite di colore verde-bruno, giallastri a luce riflessa, e piccole plaghe di calcite. Un fine pulviscolo di natura ematitica (nero-opaco a luce trasmessa, rosso-sanguigno a luce riflessa) è diffuso in tutta la massa ed in particolare negli addensamenti sferulitici.

2. - La liparite della conca di Mofà, nell'alto Borchenna.

Questa lava grigio-brunastra, ad evidente struttura porfirica, è stata campionata 45 km a sud di Combolcià lungo la strada che congiunge questa località con Debrasina.

Nella massa di fondo, dall'elegante struttura sferulitica (fig. 4, Tav. I) sono inclusi elementi più sviluppati di feldispati, spesso profondamente riassorbiti: si tratta di elementi di ortoclasio e di anortoclasio. La parte periferica di alcuni fenocristalli

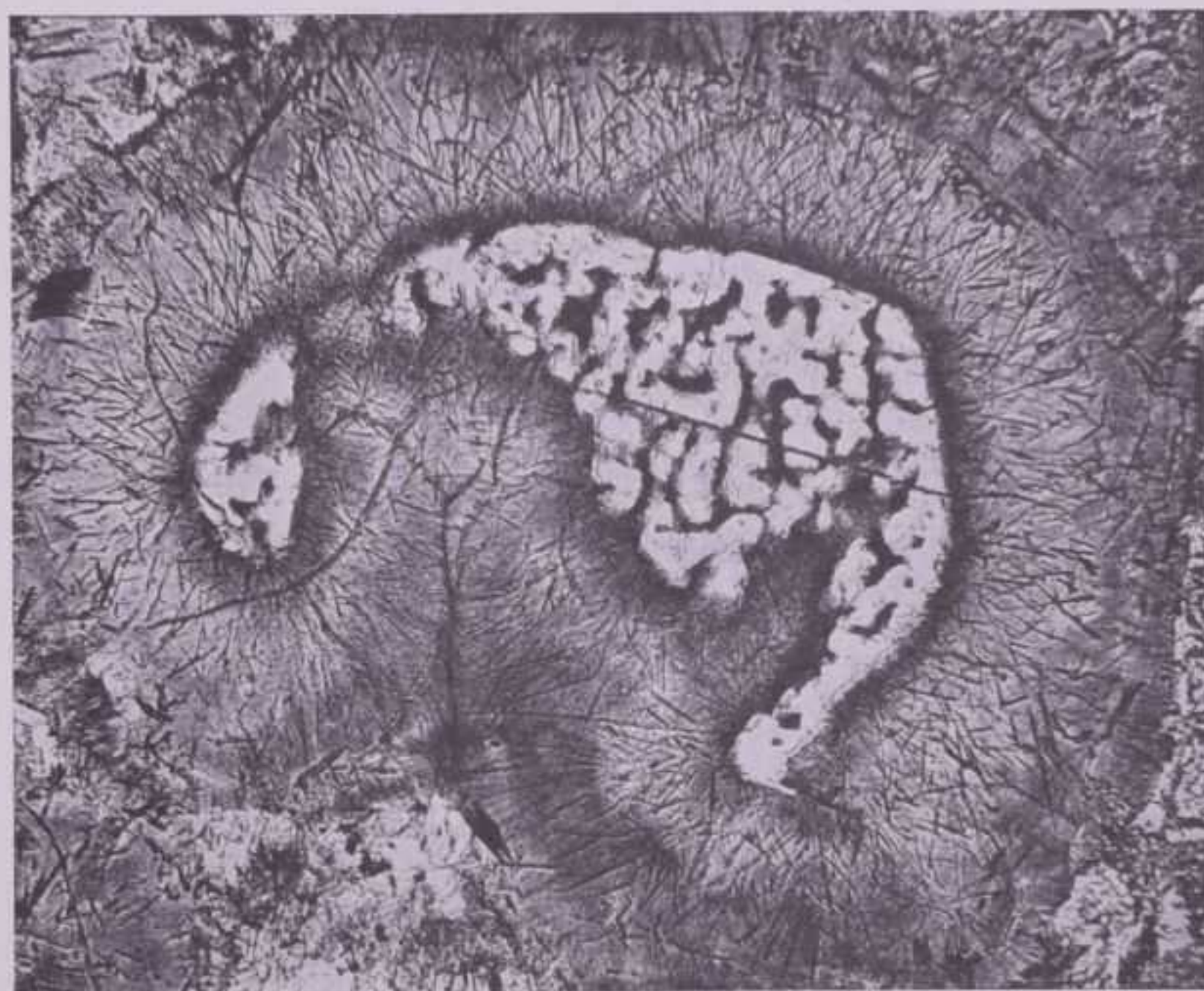


FIG. 1

ortoclasici, per evidente processo di concrecimento secondario, presenta un bordo a diversa composizione, di natura anortoclasica; il che viene rivelato dalla geminazione estremamente sottile ed incerta di tipo albitico del bordo, mentre la parte nucleare non è geminata oppure lo è secondo la legge Carlsbad.

Al T. U. risulta che il valore $2V$, misurato su α , è uguale a 61° per il nucleo, mentre discende a 50° per la periferia: questi valori sono normali rispettivamente per l'ortoclasio e l'anortoclasio.

TABELLA I.

	Mil Millacat	Conca Mofà		Mil Millacat	Conca Mofà
SiO ₂	74.12	73.08	si	452	391
TiO ₂	tr.	0.45	al	42.9	36.6
P ₂ O ₅	tr.	0.15	fm	12.5	20.6
Al ₂ O ₃	11.96	11.61	c	8.1	9.4
Fe ₂ O ₃	1.29	2.48	alc	36.5	33.4
FeO	0.36	0.72	k	0.61	0.41
MnO	tr.	0.09	mg	0.38	0.34
MgO	0.52	0.88	ti	—	1.80
CaO	1.24	1.64	p	—	0.30
Na ₂ O	2.42	3.80	c/fm	0.65	0.45
K ₂ O	5.71	4.04	qz	+206	+157
H ₂ O ⁻	1.04	0.41			
H ₂ O ⁺	1.46	0.82			
CO ₂	tr.	—			
Cl	—	—			
Fl	—	—			
	100.12	100.17			

“ Molecola base „

	Mil Millacat	Conca Mofà
Q	58.8	Q = 58.8
Kp	21.1	14.7
Ne	13.7	21.0
Cal	3.0	1.6
Cs	0.4	1.4
Fs	1.4	2.6
Fo	1.2	1.9
Fa	0.4	1.0
Ru	—	0.3
Cp	—	0.3
	100.0	100.0

“ Norma molecolare „

	Mil Millacat	Conca Mofà
Q	33.8	30.5
Or	35.1	24.5
Ab	22.8	35.0
An	5.0	2.6
Wo	0.5	1.9
En	1.6	2.5
Hm	0.4	0.4
Mt	0.8	2.0
Ru	—	0.3
Cp	—	0.3
	100.0	100.0

	π	μ	γ	α
Mil Millacat	0.08	0.35	0.12	29.6
Conca Mofà	0.04	0.27	0.20	13.2

La massa sferulitica di tinta nocciola chiara a luce trasmessa, rossiccia a luce riflessa, presenta indici di rifrazione inferiori a quello del balsamo. Si tratta, come per la precedente lava dei Mil Millacat, di un aggregato di esilissime fibrille, ad allungamento negativo, di ortoclasio in cemento calcedonioso.

Tipica la presenza in questi sferuliti di inclusioni aciculari nere opache a distribuzione raggiata (vedi foto n. 1). Questi minuti aghi, osservati all'immersione, offrono abito prismatico-allungato con fratturazione trasversale; gli elementi più sottili sono trasparenti di colore rosso-sangue, quelli più sviluppati opachi a luce trasmessa, ma di colore sanguigno a luce riflessa. Si tratta evidentemente di ematite ad abito fibroso. Questo minerale si rinviene pure qua e là in granuli nero-rossastri e, talora associato a limonite, forma piccoli festoni al bordo di minute fessure e cavità della roccia. Fra i minerali accessori si trovano inoltre frequenti minuti cristallini di zircone e granuli di magnetite.

Non mancano qua o là in piccole geodi prodotti zeolitici, di origine secondaria, ad abito fibroso o lamellare con bassissimi indici di rifrazione, allungamento negativo e bassa birifrangenza.

I dati analitici, le formule magmatiche ed i coefficienti della «base» e della «norma» di queste due lave sono riportati nella tabella I, a pag. 6.

Dal confronto con i tipi NIGGLI si deduce che:

a) la formula magmatica della liparite dei Mil Millacat presenta coefficienti molto prossimi a quelli del *granito engadinico* (*magmi leucogranitici* di serie normale), pure essendo rispetto a questo tipo più silicica e sensibilmente più potassica;

b) la liparite della conca di Mofà invece, pur accostandosi a questo stesso tipo magmatico, rientra per il valore di certi suoi coefficienti piuttosto fra i tipi del successivo gruppo magmatico *granitico*, localizzandosi più precisamente fra l'*adamellite* e il *tasnagranito*.

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>qz</i>
Liparite Mil Millacat	452	42.9	12.5	8.1	36.5	0.61	0.38	+206
Granito engadinico	380	43	13	8	36	0.5	0.25	+136
Liparite Conca Mofà	391	36.6	20.6	9.4	33.4	0.41	0.34	+157
Adamellite	300	37.5	22.5	13.5	26.5	0.45	0.30	+ 94
Tasnagranito	300	36	28	9	27	0.45	0.35	+ 92

Il valore piuttosto elevato del coefficiente *k* rivela il carattere sensibilmente potassico della roccia dei Mil Millacat; questo carattere viene anche riconfermato dal valore del componente normativo *Or*. Nella lava della conca di Mofà invece il valore percentuale di *Or* è più basso mentre è più elevato quello del componente albitico *Ab*. Nel complesso la percentuale dei componenti leucocratici risulta però uguale in entrambe le facies.

Queste due rocce per le loro strutture, composizioni chimico-mineralogiche, formule magmatiche e normative si possono senz'altro classificare come *lipariti normali*.

Lave acide a tessitura fluidale, analoghe alle sopracitate facies sferulitiche dei Mil Millacat, si rinvencono nella regione di Sardò nell'Aussa. Sono rocce di colore brucio a chiazze più scure, costituite da minuscoli sferuliti talora vetrosi talora ortoclasico-calcedoniosi, riuniti in catene corone strati, in un cemento quarzoso-feldispatico da micro fino a criptocristallino con qualche raro elemento più sviluppato di sanidino (vedi fig. 1, Tav. I).

Anche lungo la strada Aiscia-Sciaveli, a nord-est di Bio Caboba, sono frequenti le formazioni di lave acide (fig. 2, Tav. I), a struttura sferulitica fluidale con piccoli cristallini feldispatici.

LIPARITI E OSSIDIANE COMENDITICHE

Prendo ora in considerazione un gruppo di sei facies liparitiche a carattere comenditico che, pur provenendo da località diverse e da formazioni vulcaniche di diversa posizione cronologica, presentano notevoli analogie di chimismo. Le sei rocce sono state raccolte:

- 3) a Uccialli, sul fianco orientale dell'Altipiano etiopico
- 4) sulla sponda S-W del lago Haic, a nord di Dessiè
- 5) lungo la strada Addis Abeba - Moggio
- 6*) lungo la strada Sardò-Tandahò, nell'Aussa
- 7*) a Gauani nella Dancalia meridionale
- 8*) sul colle di Entotto, presso Addis Abeba.

3. - Liparite comenditica di Uccialli.

La liparite di Uccialli si trova intercalata a basalti stratoidi e tufi della serie di Magdala. E' una roccia compatta a tinta grigio-verde chiara, cosparsa di minuti cristallini e grumi di prodotti di alterazione a tinta ocracea. La struttura è porfirica: sul fondo petroselcioso di composizione quarzoso-feldispatica spiccano frammenti di quarzo più o meno riassorbiti, elementi di sanidino e di plagioclasti, minuti granuli di elementi femici.

Il sanidino presenta indici di rifrazione minori dell'indice del balsamo e da misurazioni eseguite al T. U. su un geminato Carlsbad risulta che l'angolo degli assi ottici è: $2V_{\alpha} = 41^{\circ}$, con piano degli assi ottici parallelo a (010).

Il plagioclasio presenta indici di rifrazione uguali e minori a quello del balsamo e dal valore di 15° dell'angolo di estinzione $c: \alpha$, misurato al T. U. su un geminato « albite » in zona simmetrica perpendicolare a (010), risulta di composizione albitica.

Fra gli elementi femici dell'aggregato di fondo criptocristallino troviamo minuti granuli con pleocroismo sensibile, ma non molto marcato, a toni verde-erba e giallo-verdognoli: la loro piccolezza non permette la determinazione del $c: \gamma$. Si tratta con probabilità di miscele augitico-egiriniche.

Altro costituente femico è l'anfibolo, rappresentato da minuti individui idiomorfi pleocroici con:

$$\alpha = \text{giallo}, \quad \beta = \text{bruno-violaceo}, \quad \gamma = \text{bruno-rossiccio}; \quad \beta > \gamma > \alpha.$$

L'unica determinazione possibile del $c: \gamma$, su un individuo molto piccolo, ha dato un valore di 14° . Sono questi i caratteri di un'orneblenda a tendenza alcalina, di tipo barkevikitico.

4. - Liparite comenditica del Lago Haic.

I tipi litologici prevalenti che si rinvencono sulle sponde del Lago Haic, nel territorio di Dessiè, sono rappresentati da lipariti e trachilipariti, appartenenti alle vulcaniti stratoidi della serie di Magdala.

La liparite bruno-scura, compatta, ricca di fenocristalli, da me studiata, proviene appunto dal margine S-W di questo lago. Nella massa di fondo petroselciosa, fluidale, chiazzata di ossidi di ferro sono abbondanti fenocristalli di quarzo, con lieve riassorbimento e talora con infiltrazioni ocracee lungo linee di frattura, e cristalli idiomorfi di feldispato (fig. 1, Tav. II). Questi ultimi presentano geminazione Carlsbad, indici di rifrazione inferiori a quello del balsamo, segno ottico negativo, angolo degli assi ottici $2V_x = 38^\circ$, con piano degli assi ottici parallelo al piano (010) e perpendicolare al piano di geminazione $\{100\}$ dei due individui Carlsbad. Si tratta di sanidino.

Questi due costituenti sialici si ritrovano nella pasta di fondo come minuto aggregato criptocristallino o in nidi irregolari.

Altri elementi idiomorfi femici (fig. 2, Tav. II), meno sviluppati però dei sialici, sono gli anfiboli. Presentano pleocroismo non molto intenso con:

α = giallo chiaro, β = bruno-violaceo, γ = giallo verdognolo; $\beta > \gamma > \alpha$.

Alcuni di questi individui hanno un bordo bruno molto marcato. L'angolo di estinzione ha valore $c: \gamma = 20^\circ$.

Sono questi i caratteri di un'orneblenda, che mentre alla periferia dei singoli individui si rivela per un tipo bruno, nelle parti centrali degli stessi offre proprietà di transizione fra quelle di una orneblenda bruna poco ferrifera e quelle di un anfibolo leggermente titanifero e sodico (come viene rivelato in alcuni elementi dai colori di pleocroismo bruni tendenti al violaceo).

Si rinvencono qua e là granuli di magnetite, aghi di apatite e grumi brunastri non birifrangenti di natura ocracea.

5. - Liparite comenditica di Moggio.

Questa liparite fa parte delle vulcaniti, della serie di Magdala, affioranti sui fianchi della fossa dell'Auasc, presso Moggio nel territorio di Addis Abeba; più precisamente questa roccia proviene da una cava, al km. 54, della strada Addis Abeba-Moggio.

E' di tinta grigio-verde a piccole chiazze brune; microscopicamente la massa ollocristallina, minuta ed uniforme, essenzialmente sialica (costituita da piccoli cristallini sanidinici, da granuli di quarzo e da minuti plagioclasti leggermente zonati) è tutta copersa da abbondantissimi piccoli verdi ciuffettini di aghi pirossenici, mentre in essa si trovano rari i fenocristalli di sanidino.

I pirosseni presentano colori di pleocroismo a toni bruni giallastri e bruno-verdi, e gli individui un po' più sviluppati hanno estinzione quasi parallela alla direzione

di allungamento. La loro piccolezza non rende possibili determinazioni precise, tuttavia sulla base dei caratteri sopradetti questi pirosseni sembrano riferibili a termini egirini.

Associati intimamente ai pirosseni si trovano granuli ed aghi di altri elementi femici che presentano forte rilievo, marcato pleocroismo dalle tinte bruno-scure e nerastre, bassa birifrangenza; questi elementi sono attribuibili al gruppo della enigmatite.

Qua e là piccoli granuli di ossidi di ferro e macchie giallastre di natura limonitica.

6.* - Ossidiana comenditica della regione di Sardò.

Cupole di ossidiane e lipariti, della serie di Aden, affiorano lungo la strada che da Sardò porta a Tandahò.

Le facies ossidianoidi a tinta grigio-scura, vetrose, compatte, opache si frantumano in schegge. Al microscopio la massa di fondo risulta totalmente vetrosa ad andamento fluidale, rivelato dall'orientamento dei cristalliti con caratteristica forma di ossicini, ed è solcata da fini fratture a tendenza perlitica. A pochi e minutissimi microliti feldispatici si associano rari individui di apatite, granuli di zirconio e alcuni cristallini aciculari di pirosseno con lieve pleocroismo dai toni verdi.

7.* - Ossidiana comenditica del Monte Agelù.

Il monte Agelù, presso Gauani, appartiene alle vulcaniti acide domiformi della serie di Aden. Sul versante occidentale, alla base, intercalate a masse liparitiche e trachiliparitiche si rinvengono ossidiane grigie e grigio-verdi più o meno vetrose.

La massa di fondo, il cui andamento fluidale è segnato dalla netta orientazione di abbondantissimi cristalliti immersi nel vetro, include rari elementi idiomorfi un po' più sviluppati di feldispato, di pirosseno e di magnetite ad abito idiomorfo rombododecaedrico (fig. 3, Tav. II). Al T. U., con misure su individui semplici e su geminati Carlsbad, ho misurato l'angolo degli assi ottici del feldispato: $2V_x = 42-43^\circ$ e l'angolo di estinzione su (010) $\alpha: \alpha = 9^\circ$, con lieve dispersione delle bisettrici.

Su piccoli frammenti staccati dalla roccia ho pure determinato l'indice di rifrazione con il metodo di Becke: $\alpha = 1,524$. Da questi caratteri ho dedotto la composizione anortoclasica del feldispato.

Il pirosseno, per i colori di pleocroismo variabili dal verde-erba su α al giallo-verde su γ e per l'angolo di estinzione $c: \gamma = 56^\circ$, con dispersione rilevabile delle bisettrici, si può considerare un termine di passaggio fra le augiti e le augiti egirinie.

8.* - Ossidiana comenditica di Entotto.

Sull'altura di Entotto, a nord di Addis Abeba, si rinvengono nelle trachilipariti fluidali e nei tufi acidi a tinta roseo-biancastra noduli di ossidiane grigio-nere compatte; questi tipi litologici sono caratteristici fra le vulcaniti stratoidi della serie di Magdala.

Al microscopio questa ossidiana presenta una struttura totalmente vetrosa, con qualche raro accenno d'inizio di devetrificazione e con minutissime inclusioni opache non determinabili.

Riunisco nella tabella II, a pag. 11 le analisi chimiche da me eseguite e le formule magmatiche delle sei rocce sopra esaminate.

Sulla base dei valori percentuali analitici si deduce che tutte queste sei facies presentano carattere *comenditico*, come attestano: l'elevata percentuale di SiO_2 , le relative scarsità in Al_2O_3 e ricchezza in Fe_2O_3 , il tenore in alcali che persiste notevole anche nelle facies meno siliciche.

Dall'esame dei tipi NIGGLI si ricava che queste sei lave sono da considerare derivate in prevalenza da magmi *granitici ed evisitici* di serie sodica.

TABELLA II.

	Uccialli	Lago Haic	Moggio	Sardò	M. Agelù	Entotto
SiO_2	79.08	77.72	70.20	73.80	72.82	70.88
TiO_2	0.48	0.48	0.38	0.22	0.30	0.53
P_2O_5	tr.	0.03	0.04	0.08	—	0.05
Al_2O_3	8.72	10.19	11.12	12.10	10.30	10.59
Fe_2O_3	1.57	1.42	3.77	0.82	0.44	1.42
FeO	1.18	1.03	0.85	1.56	2.99	4.41
MnO	0.06	0.04	0.17	0.01	0.03	0.11
MgO	0.18	0.22	0.36	0.22	0.22	0.36
CaO	0.30	0.14	0.88	0.84	1.48	0.48
Na_2O	3.40	3.59	4.71	5.10	6.69	6.21
K_2O	4.09	4.58	5.58	4.95	4.67	4.75
H_2O^-	0.25	0.28	1.10	0.09	0.04	0.07
H_2O^+	0.53	0.54	0.88	0.22	0.10	0.16
CO_2	—	—	—	—	—	—
Cl	—	—	—	0.19	0.30	0.18
Fl	—	—	—	0.06	0.11	0.17
	99.84	100.26	100.04	100.26	100.49	100.37

	si	al	fm	c	alc	k	mg	ti	p	c/fm	qz
Uccialli	572	37.1	19.0	2.3	42.6	0.44	0.11	2.60	—	0.13	+318
Lago Haic	527	40.7	15.0	1.0	43.3	0.46	0.15	2.40	0.08	0.07	+254
Moggio	357	33.0	21.3	4.8	40.9	0.44	0.13	1.45	0.09	0.22	+117
Sardò	402	38.8	12.2	4.9	44.1	0.39	0.15	0.91	0.05	0.40	+141
M. Agelù	359	29.9	15.7	7.8	46.6	0.32	0.10	1.12	—	0.50	+123
Entotto	334	29.4	25.4	2.5	42.7	0.35	0.09	1.90	0.11	0.10	+103

	si	al	fm	c	alc	k	mg
<i>Aplite granitica alcalina</i>	450	46	6	3	45	0.35	0.15
<i>Granito normale alcalino</i>	400	41	15	3	41	0.35	0.20
<i>Gibelite</i>	260	35	21	9	35	0.30	0.15
<i>Leucoevsite</i>	300	30	20	7	43	0.30	0.20
<i>Rapakivi</i>	350	41	18	9	32	0.45	0.30

— Le rocce di Ucciali e della sponda S-W del Lago Haic si collocano per i loro coefficienti fra i tipi *aplitico-granitico* e *granitico normale* di serie sodica. Per il valore piuttosto alto del coefficiente k (che rivela per entrambe un carattere potassico abbastanza spiccato) sarebbe necessario porle alla estremità sialica della serie potassica, ma nella classificazione NIGGLI non si trova un corrispondente tipo di apliti granitica alcalino-potassica. Se ne deduce quindi che si tratta di due tipi alcalini sodico-potassici, decisamente persilicici e sialici.

— La roccia di Moggio si pone fra tipi di *magmi granitico-sodici* ed *evisitici*, più precisamente fra i tipi *gibelitico* e *leucoevistico*, dai quali però si stacca per il valore relativamente elevato del coefficiente k . Si tratta quindi di un tipo alcalino poco sialico e relativamente femico, nel quale si deve rilevare una notevole tendenza potassica come per le due rocce di Ucciali e del Lago Haic.

— L'ossidiana della regione di Sardò ha una formula magmatica molto prossima a quella del *granito sodico normale*, denotando con ciò carattere persilicico alcalino sodico.

— L'ossidiana di Gauani, alla base del Monte Agelù, presenta caratteri di passaggio fra il tipo *granitico sodico dei magmi granitici* ed il tipo *leucoevistico dei magmi evisitici*.

— L'ossidiana di Entotto ben si accosta per i suoi coefficienti alla *leucoevistite*, rivelando con ciò un carattere meno sialico, pur senza scostarsi decisamente dal tipo rappresentato dalla liparite comenditica di Moggio.

La composizione mineralogica *normativa* (Tab. III, pag. 13) con le percentuali dei suoi costituenti conferma il carattere persilicico e alcalino di queste rocce: elevato tenore dei componenti leucocratici Q , Or e Ab (a cui si associa la mancanza del componente An) e, fra i costituenti del gruppo melanocratico, presenza della molecola acmitica Ac e del silicato sodico Ns^* .

Composizioni chimiche e mineralogiche, coefficienti magmatici e normativi permettono quindi concordemente di classificare queste sei facies come *lipariti* e *ossidiane comenditiche*.

TRACHILIPARITI ALCALINO - SODICHE

Notevole affinità di composizione chimico-mineralogica presentano le tre lave provenienti:

- 9) da Gauani, nella Dancalia meridionale
- 10) dai dintorni del Lago Haic, a nord di Dessiè
- 11) da Debra Brean, a nord-est di Addis Abeba.

9. - La trachiliparite sodica di Gauani.

Questa roccia è stata raccolta a due chilometri ad est di questa località verso il Monte Agelù, notevole apparato vulcanico costituito essenzialmente da vulcaniti acide domiformi della serie superiore di Aden.

TABELLA III.

“ *Molecola Base* „

	Uccialli		L. Haic		Moggio		Sardò		M. Agelù		Entotto	
Q	63.7	Q=63.7	60.3	Q=60.3	50.4	Q=50.4	52.9	Q=52.9	50.0	Q=50.0	48.8	Q=48.8
Kp	15.0	L=29.6	16.6	L=33.9	20.4	L=37.4	17.5	L=39.6	16.3	L=33.1	16.7	L=34.4
Ne	14.6		17.3		17.0		22.1		16.8		17.7	
Ns	2.2	M=6.7	1.2	M=5.7	4.5	M=12.1	2.2	M=6.6	8.9	M=15.6	7.3	M=15.4
Cs	0.5		0.2		1.3		1.1		2.0		0.4	
Fs	1.7		1.5		4.0		0.8		0.5		1.5	
Fo	0.4		0.5		0.8		0.5		0.5		0.7	
Fa	1.6		1.2		1.2		1.8		3.5		5.2	
Ru	0.3		1.1		0.3		0.2		0.2		0.3	
Cp	—		0.1		0.1		0.1		—		0.1	
Hl	—		—		—		0.6		0.9		0.6	
Fr	—		—		—		0.2		0.4		0.7	
	100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0	

	Q	L	M	π	γ	μ	α
Uccialli	63.7	29.6	6.7	—	0.08	0.06	20.61
Lago Haic	60.3	33.9	5.7	—	0.04	0.11	24.60
Moggio	50.4	37.4	12.1	—	0.11	0.07	6.47
Sardò	52.9	39.6	6.6	—	0.17	0.08	12.43
M. Agelù	50.0	33.1	15.6	—	0.13	0.03	5.42
Entotto	48.8	34.5	15.3	—	0.03	0.05	5.16

“ *Norma molecolare* „

	Uccialli	Lago Haic	Moggio	Sardò	M. Agelù	Entotto
Q	41.7	36.4	21.5	22.2	19.7	19.2
Or	25.0	27.6	34.0	30.6	27.1	27.8
Ab	24.4	28.8	28.4	36.9	28.0	29.5
Ac	4.6	3.2	10.6	1.9	1.4	4.0
Ns*	0.7	—	0.7	2.3	13.6	9.7
Wo	0.7	0.3	1.7	1.9	3.3	0.6
En	0.5	0.7	1.1	0.7	0.7	0.9
Hy	2.1	1.5	1.6	2.4	4.7	6.6
Ru	0.3	1.1	0.3	0.2	0.2	0.3
Mt	—	0.3	—	—	—	—
Cp	—	0.1	0.1	0.1	—	0.1
Hl	—	—	—	0.6	0.9	0.6
Fr	—	—	—	0.2	0.4	0.7
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Essa è di tinta grigio-bruna a struttura porfirica con fondo essenzialmente vetroso, a tipico andamento fluidale, che ingloba oltre a pochi fenocristalli più sviluppati di feldispato qualche piccolo individuo idiomorfo di pirosseno, minutissimi microliti feldispatici, nidi di granuletti quarzosi. Nella massa: rara magnetite, grumi di pigmenti ocracei e, come prodotto secondario, una certa quantità di calcite sotto forma di vene, di noduli o di minuta diffusione.

Gli interclusi feldispatici sono costituiti: da sanidino, in geminati Carlsbad, raramente in geminati Baveno e da anortoclasio con la caratteristica e fitta geminazione secondo $\{010\}$.

L'elemento femico è di colore verde, a leggero pleocroismo dai toni verdi e verde-giallognoli. La determinazione del $c:\gamma$ sugli individui più sviluppati porta a valori di 62° . Evidentemente si tratta di un pirosseno augitico-egirinico.

10. - La trachiliparite sodica del Lago Haic.

E' stata prelevata sul margine della strada Dessiè-Quoram; cronologicamente essa appartiene alla serie di Magdala. Si tratta di una roccia grigia compatta con piccole chiazze di alterazione, che al microscopio presenta una massa di fondo criptocristallina nella quale si trovano frequenti inclusi di plagioclasì e di magnetite in granuli nettamente idiomorfi; quest'ultima è diffusa anche in abbondante e minuta dispersione (fig. 4, Tav. II).

I plagioclasì sono leggermente zonati, con geminazioni piuttosto incerte per lo più secondo le leggi albite e albite-Carlsbad. Misurazioni su geminati « albite » hanno dato per l'angolo di estinzione $c:\alpha$ valori di 23° , corrispondenti a termini andesinici al 44 % An. Determinazioni su geminati albite-Carlsbad hanno confermato la composizione andesinica del plagioclasio ($I = 12^\circ$, $II = 24^\circ = 45\%$ An). Anche l'angolo degli assi ottici, misurato su γ , risulta uguale a 80° , valore normale per queste miscele plagioclasiche.

Piccoli e numerosi cristalli di apatite sono inclusi negli individui feldispatici. Si rinvencono inoltre chiazze di calcite, a cui si associano più rare squame e venette di talco entrambi probabili prodotti di alterazione di elementi pirossenici.

11. - La trachiliparite sodica di Debra Brean.

Questa roccia proviene dalle formazioni vulcaniche antiche della serie di Magdala; presenta struttura porfirica di tipo trachitico: in una massa minuta, nella quale prevalgono i microliti feldispatici, che accennano ad orientamenti fluidali, spiccano abbondanti fenocristalli idiomorfi costituiti in prevalenza da feldispati ed in via subordinata da minori individui pirossenici.

Tra i feldispati (fig. 1, Tav. III) troviamo numerosi cristalli di anortoclasio dalla fitta e sfumata geminazione polisintetica secondo la legge dell'albite, alla quale eccezionalmente si associa la legge di Baveno.

Rari sono gli elementi sviluppati di sanidino; questo minerale concorre prevalentemente alla formazione dell'aggregato di fondo con geminati Carlsbad ad abito listiforme.

I plagioclasì si trovano solo nella seconda generazione; la sottigliezza delle lamelle non rende possibile la loro determinazione.

TABELLA IV.

	Gauani	Lago Haic	Debra Brean		Gauani	Lago Haic	Debra Brean
SiO ₂	67.12	64.58	63.92	<i>si</i>	303	263	252
TiO ₂	0.27	1.14	0.56	<i>al</i>	38.4	37.9	39.2
P ₂ O ₅	0.09	0.34	0.16	<i>fm</i>	11.4	18.6	14.4
Al ₂ O ₃	14.45	15.81	16.86	<i>c</i>	10.1	11.0	5.8
Fe ₂ O ₃	1.08	1.64	2.34	<i>alc</i>	40.1	32.5	40.5
FeO	1.45	2.95	1.42	<i>k</i>	0.31	0.30	0.24
MnO	0.11	0.10	0.09	<i>mg</i>	0.16	0.17	0.16
MgO	0.26	0.52	0.41	<i>ti</i>	0.9	3.5	1.7
CaO	2.08	2.52	1.36	<i>p</i>	0.16	0.59	0.26
Na ₂ O	6.29	5.78	8.00	<i>c/fm</i>	0.99	0.59	0.40
K ₂ O	4.38	3.72	3.92	<i>qz</i>	+48	+33	-6
H ₂ O ⁻	0.46	0.27	0.60				
H ₂ O ⁺	1.41	0.65	0.56				
CO ₂	0.42	0.30	—				
Cl	—	—	—				
Fl	—	—	—				
	99.87	100.32	100.20				

“Molecola base,,

“Norma molecolare,,

	Gauani	Lago Haic	Debra Brean		Gauani	Lago Haic	Debra Brean
Q	44.3	42.6	37.6	Q	10.4	10.1	0.3
Kp	15.7	13.1	13.7	Or	26.1	21.6	22.9
Ne	31.8	31.2	40.5	Ab	53.0	52.0	67.5
Cal	—	3.7	—	An	—	6.2	—
Ns	1.1	—	0.9	Ac	3.0	—	2.4
Cs	2.2	1.1	1.8	Wo	2.9	1.5	2.4
Fs	1.2	1.7	2.4	En	0.7	1.3	1.3
Fo	0.5	1.0	0.8	Hy	2.3	3.6	1.1
Fa	1.8	3.6	1.7	Mt	0.2	1.7	1.5
Ru	0.2	0.8	0.4	Ru	0.2	0.8	0.4
Cp	0.2	0.4	0.2	Cp	0.2	0.4	0.2
Cc	1.0	0.8	—	Cc	1.0	0.8	—
	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0

	Q	L	M	π	γ	μ	α
Gauani	44.3	47.5	7.0	—	0.32	0.07	5.57
Lago Haic	42.6	48.0	8.2	0.08	0.15	0.13	4.30
Debra Brean	37.6	54.2	8.0	—	0.23	0.11	0.58

Il pirosseno si rinviene in scarsi individui idiomorfi ben sviluppati, colorati leggermente in verde o giallognolo, con pleocroismo poco distinto e angolo di estinzione $c: \gamma = 58^\circ$; termine quindi delle augiti con lieve tendenza verso le augiti-egiriniche. I minuti pirosseni di seconda generazione offrono caratteri analoghi a quelli dei fenocristalli.

Nell'interno degli elementi feldspatici si trovano inclusioni di una sostanza bruniccia vetrosa. L'anortoclasio inoltre presenta qua e là un bordo corrosivo e sostituito da un aggregato di cristallini anortoclasici di seconda generazione, orientati sul cristallo principale ed intimamente associati a vetro in conseguenza di un processo di riassorbimento e parziale ricristallizzazione. Lo stesso fenomeno si trova talora anche nell'interno dei fenocristalli, al margine delle inclusioni di sostanza vetrosa.

Si rinvengono inoltre cristallini di apatite e più frequenti granuli di magnetite.

I dati riportati nella Tab. IV a pag. 15 illustrano bene queste tre facies sia per quanto riguarda le loro composizioni chimiche e mineralogico-normative sia per quanto si riferisce alle loro posizioni magmatiche fra i tipi NIGGLI.

Risulta che tutte tre le rocce studiate si possono considerare derivate da magmi *granitico-sodici*; per confronto riporto i tipi di questo gruppo magmatico con cui le loro formule sono accostabili.

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>
<i>Aplite sienitica alcalina</i>	280	43	8	7	42	0.33	0.20
Trachiliparite di Gauani	303	38.4	11.4	10.2	40.1	0.31	0.16
<i>Nordmarkite</i>	280	41	15	5	39	0.30	0.15
Trachiliparite di Debra Brean	252	39.2	14.4	5.8	40.5	0.24	0.16
<i>Gibelite</i>	260	35	21	9	35	0.30	0.15
Trachiliparite del Lago Haic	263	37.9	18.6	11	32.5	0.30	0.17
<i>Umptekite</i>	220	37	18	9	36	0.30	0.25

— I coefficienti magmatici della roccia di Gauani si possono confrontare con quelli dell'*aplite sienitica* e della *nordmarkite*, di serie sodica; la facies in esame rivela però carattere più silicico e calcico.

— La trachiliparite del Lago Haic si approssima per la sua formula al tipo *gibelitico*, cioè al tipo meno sialico e meno alcalino del gruppo *granitico sodico*, con qualche tendenza per il suo carattere più alluminifero e meno ferro-magnesiaco verso termini del gruppo *foyaitico* e più precisamente verso il tipo *umpteikitico*. Da entrambi i tipi si differenzia per essere un po' meno alcalina.

— La roccia di Debra Brean bene si identifica per il valore dei suoi coefficienti con il tipo *nordmarkitico sodico*.

I motivi più caratteristici delle composizioni mineralogico-normative delle tre facies (Tab. IV, pag. 15) sono:

— quasi completa mancanza del quarzo allo stato libero nella roccia di Debra Brean e scarso coefficiente *Q* nelle altre due;

— notevole tenore in *Ab* e subordinatamente in *Or* per tutte tre le rocce (con valore particolarmente alto di *Ab* nella trachiliparite di Debra Brean);

— presenza della molecola anortitica *An* fra gli elementi leucocratici della roccia del lago Haic;

— presenza della molecola acmitica *Ac* fra i componenti normativi delle rocce di Gauani e di Debra Brean; la molecola acmitica è legata all'esistenza di pirosseni, di natura alcalina, fra i costituenti mineralogici reali di queste facies;

— comparsa fra le molecole melanocratiche di *Wo*, *En*, *Hy* in tutte tre le facies.

Queste rocce di Gauani, del Lago Haic e di Debra Brean per il complesso dei loro caratteri chimico-mineralogici sono quindi da considerare delle *trachilipariti sodiche*.

TRACHILIPARITI ALCALINO-POTASSICHE

La catena dei Monti Ellis, che si estende da Bio Caboba a Dabassa, appartiene alle vulcaniti acide domiformi della serie superiore di Aden ed è costituita prevalentemente da masse liparitiche, variamente colorate e a spiccata struttura fluidale, che talora raggiungono la potenza di 400 metri sopra il basamento cristallino.

12. - La trachiliparite dell'estremità S-E dei Monti Ellis.

La colorazione a chiazze rossastre sino a violacee di questa roccia, a struttura porfirica, è dovuta ad una notevole quantità di prodotti ocracei che, sotto forma di fine dispersione o di grumi più o meno vistosi, punteggiano la massa. Si tratta di ematite di aspetto subcristallino, dal colore rosso sanguigno a luce riflessa, più o meno alterata in limonite giallastra.

L'aggregato fondamentale feldispatico quasi olocristallino, con una tessitura di tipo trachitico (fig. 2, Tav. III) cementa numerosi cristalli più o meno sviluppati di sanidino a geminazione Carlsbad, per il quale le misure hanno dato: $2V_{\alpha} = 41^{\circ}$.

I feldispati della massa di fondo sono costituiti da sanidino e da plagioclasti, in lamelle a geminazione polisintetica albite. Si nota nel fondo qualche irregolare granulo di quarzo.

13. - La trachiliparite dell'estremità S-W dei Monti Ellis.

E' una roccia grigio-brunastra, cosparsa di macchie rossastre, che già ad occhio nudo manifesta un certo orientamento nella massa di fondo. Al microscopio la struttura si presenta porfirica per fenocristalli sanidinici immersi in una pasta fondamentale vetrofirica a tessitura nettamente fluidale, costituita da due generazioni di lamelle feldispatiche cementate da molto vetro, in cui è abbondantemente diffusa la sostanza ocracea (fig. 3, Tav. III).

I caratteri dei fenocristalli sanidinici sono: angolo degli assi ottici, misurato al T. U., compreso fra $2V_{\alpha} = 38^{\circ}-40^{\circ}$, con piano degli assi ottici (010) perpendicolare al piano di geminazione $\{100\}$ del geminato Carlsbad.

TABELLA V.

Monti Ellis			Monti Ellis		
	n. 12	n. 13		n. 12	n. 13
SiO ₂	66.80	64.96	si	298	283
TiO ₂	0.40	0.68	al	39.2	36.0
P ₂ O ₅	0.09	0.24	fm	19.3	26.4
Al ₂ O ₃	15.07	14.05	c	2.7	1.7
Fe ₂ O ₃	4.64	6.88	alc	38.6	35.9
FeO	0.14	0.43	k	0.44	0.42
MnO	tr.	—	mg	0.16	0.08
MgO	0.45	0.36	ti	1.4	2.8
CaO	0.56	0.36	p	0.16	0.44
Na ₂ O	4.88	4.91	c/fm	0.14	0.06
K ₂ O	5.89	5.49	qz	+44	+39
H ₂ O ⁻	0.44	1.08			
H ₂ O ⁺	0.56	0.40			
CO ₂	—	—			
Cl	—	—			
Fl	—	—			
	99.92	99.84			

“Molecola Base,,

	n. 12		n. 13	
Q	44.5	Q = 44.5	43.0	Q = 43.0
Kp	21.1	L = 48.8	20.0	L = 47.1
Ne	26.7		27.1	
Cal	1.0		—	
Cs	0.3	M = 6.6	0.4	M = 9.6
Fs	4.9		7.4	
Fo	1.0		0.8	
Fa	0.2		0.5	
Ru	0.2		0.5	
Cp	0.1		0.3	
	100.0		100.0	

“Norma Molecolare,,

	n. 12	n. 13
Q	13.4	14.2
Or	35.1	33.0
Ab	44.5	45.1
An	1.6	—
Wo	0.4	0.5
En	1.3	1.1
Hm	3.0	4.3
Mt	0.4	1.0
Ru	0.2	0.5
Cp	0.1	0.3
	100.0	100.0

	Q	L	M	π	γ	μ	α
Monti Ellis S-E	44.5	48.8	6.6	0.02	0.05	0.20	5.61
Monti Ellis S-W	43.0	47.1	9.6	—	0.02	0.05	3.40

Fra i fini microliti della massa di fondo, la cui piccolezza non permette sicure determinazioni microscopiche, si rinvencono lamelle a maggiore sviluppo e ad abito idiomorfo di sanidino.

Fra gli elementi accessori una quantità notevole di ossidi di ferro in granuli più o meno minuti.

Le composizioni chimiche, le formule magmatiche ed i valori dei componenti normativi di entrambe queste rocce sono dati dalla Tab. V, a pag. 18.

Dal confronto con i tipi NIGGLI risulta che le due facies dei Monti Ellis s'inquadrano per le loro formule magmatiche fra tipi dei *magmi juvitici alcalino-potassici*, ponendosi più precisamente fra la *nordmarkite* e la *gibelite*.

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>
<i>Nordmarkite potassica</i>	270	40	15	5	40	0.40	0.25
M. Ellis S-W	298	39.2	19.3	2.7	38.6	0.44	0.16
M. Ellis S-E	283	36	26	1.7	35.9	0.42	0.08
<i>Gibelite potassica</i>	260	35	21	9	35	0.40	0.20

La composizione normativa rispecchia per entrambe le rocce la notevole ricchezza di costituenti sialici alcalini e di ematite.

Per il complesso dei loro caratteri chimico-petrografici queste due rocce dei Monti Ellis si possono classificare come *trachilipariti alcalino-potassiche*.

TRACHILIPARITI ED OSSIDIANE ALCALINE SODICO-POTASSICHE

A CARATTERE PANTELLERITICO-COMENDITICO

Prendo ora ad esaminare due rocce campionate entrambe a Meheso, appartenenti alle formazioni acide domiformi della serie superiore di Aden: si tratta di una trachiliparite e di un'ossidiana, che come vedremo presentano notevoli affinità di composizione chimico-mineralogica.

14. - La trachiliparite comenditico-pantelleritica di Meheso (Miesso).

E' una roccia grigio verde, a struttura porfirica per il netto contrasto esistente fra i fenocristalli degli elementi sialici e femici e l'aggregato di fondo minutissimo olocristallino (fig. 4, Tav. III). Numerosi e vistosi sono gli elementi idiomorfi di quarzo e di sanidino; entrambi i minerali presentano più o meno evidente corrosione magmatica; essi sono frequentemente associati in grosse plaghe micropegmatitiche. Il sanidino si rinviene, oltre che in geminati Carlsbad, anche in geminati di tipo Baveno. Mancano i plagioclasti.

Vari ed abbondanti sono gli elementi colorati sia in individui idiomorfi sia in minuti cristallini nella massa di fondo sparsi a caso oppure raggruppati a formare scia-

mi, ciuffi e nidi. Si tratta sempre di termini femici alcalini appartenenti ai gruppi degli anfiboli, dei pirosseni e dell'enigmatite.

L'anfibolo è rappresentato da elementi idiomorfi ben conformati, con evidente sfaldatura prismatica secondo $\{110\}$ e talora pinacoidale secondo $\{010\}$; è nettamente pleocroico con:

$$\alpha = \text{giallo-ocraceo}, \quad \beta = \text{bruno rossiccio}, \quad \gamma = \text{bruno}; \quad \gamma > \beta > \alpha.$$

L'angolo di estinzione c : γ è di 13° . Si tratta di barkevikite. Su alcuni individui è facile rilevare una zonatura con passaggi alla periferia verso termini anfibolici ancor più alcalini, con pleocroismo a tinte verde-azzurre e bruno-violacee; sono colori della riebeckite. In particolare si rileva per la vibrazione γ il passaggio da toni bruni marcati al centro a toni verde-bruni verso la periferia dei fenocristalli zonati.

Gli elementi barkevikitici contengono minute inclusioni lamellari nero-opache, costituite da probabili minerali titaniferi, e scie bruno-cupe non risolubili neppure all'immersione; potrebbe trattarsi ancora di inclusioni titanifere ultrafini oppure di un fenomeno appena accennato di smistamento dell'anfibolo stesso.

Il termine riebeckitico ricompare nella massa cristallina di fondo in ben individuati singoli prismetti, od in granuli che si raggruppano a costituire aggregati di forma prismatica; questi elementi, nei quali talora si rileva la doppia sfaldatura, mostrano pleocroismo marcato da toni verde-azzurri cupi a bruno-violacei, ed hanno bassa birifrangenza.

I pirosseni compaiono in individui idiomorfi zonati, ma hanno sviluppo minore dei sopracitati elementi barkevikitici. Presentano colori di pleocroismo:

$$\alpha = \text{verde}, \quad \beta = \text{verde-erba}, \quad \gamma = \text{giallo} \quad \text{al centro}$$

$\alpha = \text{verde-azzurro}, \quad \beta = \text{verde-bottiglia}, \quad \gamma = \text{giallo-bruniccio}$ alla periferia, variazioni dell'angolo di estinzione c : α da 20° al centro a pochi gradi alla periferia; la composizione di questi cristallini risulta quindi augitico-egirinica per il nucleo ed egirinica per il bordo.

Minuti individui a contorno irregolare ed aghetti di egirina, che hanno composizione analoga alle zone periferiche dei fenocristalli zonati, si ritrovano nell'aggregato di fondo in sciame e nidi irregolari, oppure in coroncine di granuli distribuiti attorno ai maggiori fenocristalli barkevikitici. Talora si associano ai microliti di anfibolo riebeckitico, da cui però facilmente sono differenziabili oltre che per i colori di pleocroismo anche per la loro maggiore birifrangenza.

Un bordo di accrescimento verde, ben delimitato, di schietta composizione egirinica, si è depositato talvolta sui fenocristalli barkevikitici. In questo caso oltre che il colore vale per la distinzione dei due termini la notevole differenza nell'ampiezza dell'angolo di estinzione, presentato dall'anfibolo e dal suo bordo di accrescimento.

Altro minerale femico alcalino, presente in elementi idiomorfi ben sviluppati, è la cossirite termine del gruppo dell'enigmatite. Si rinvencono nella roccia individui con regolare sfaldatura parallela all'allungamento e manifesto pleocroismo dai toni rosso-bruni scuri, per posizioni parallele all'allungamento, ai bruno-neri, per posizioni trasversali a questo. L'angolo di estinzione, misurato rispetto alle tracce di sfaldatura, raggiunge valori di 34° . L'intensa colorazione del minerale lo rende semiopaco e non

permette ulteriori determinazioni. Anche questi individui cossiritici hanno talora un sottile bordo verde di egirina, analogamente ai fenocristalli barkevikitici.

La cossirite si rinviene pure nella massa di fondo in granuli sparsi o in nidi.

Un altro termine femico, presente solo in rari individui, è una olivina fajalitica di colore nocciola-gialliccio, con venature rossastre per alterazione iddingsitica lungo linee di frattura. Il valore dell'angolo degli assi ottici, $2V_{\alpha} = 54^{\circ}$, ha permesso di stabilire una composizione dell'88% in fajalite. Si deve notare che la fajalite è sempre circondata da elementi di pirosseno augitico-egirinico ⁽¹⁾.

Qua e là macchie limonitiche chiazzano la roccia. Inclusioni minutissime scure si rinvengono negli elementi sialici; piccole vene di prodotti vetrosi solcano il sanidino.

15*. - L'ossidiana trachiliparitica a carattere pantelleritico-comenditico di Meheso (Mieso).

Questa roccia proviene dalla cava che si trova in questa località presso la ferrovia Addis Abeba - Gibuti; è grigiastra a struttura alquanto eterogenea, quasi tufacea: in un fondo vetroso giallo-bruno fluidale plaghe di ossidiana incolore a fessurazione perlitica si alternano con plaghe vetrofiriche criptocristalline.

I fenocristalli sono costituiti da quarzo, corroso, e da anortose ⁽²⁾.

L'elemento femico è costituito da individui colorati intensamente in bruno, con marcato pleocroismo dai colori: α = giallo bruno e β e γ = bruno intensi quasi neri, e assorbimento: $\beta \cong \gamma > \alpha$; l'angolo di estinzione misurato sull'allungamento risulta di 34° .

Sono questi i caratteri della cossirite. Nelle plaghe vetrofiriche si rinvengono piccolissimi individui, parzialmente riassorbiti con relativa segregazione di magnetite, dai toni azzurri e verdi molto carichi fino a nerastri, dall'allungamento negativo e dalla bassa birifrangenza. Sembra trattarsi di termini anfibolici della serie arfvedsonite e riebeckite.

Nella massa fluidale sono dispersi minuti granuli di ferro.

Chimicamente le due rocce di Meheso sono notevolmente affini (vedi Tab. VI, pag. 22) entrambe relativamente poco alluminifere sono invece piuttosto ricche di ossidi di ferro e di alcali e fra questi è il potassio in maggior percentuale.

Per la loro formula magmatica le due facies si accostano a tipi del gruppo *evisitico* di serie sodica, come si può rilevare dal quadro seguente. Denotano tuttavia una maggior ricchezza di potassio, pur senza rientrare nel gruppo *granitico* di serie sodica nè in quello *granitico sienitico* di serie potassica.

⁽¹⁾ Possiamo accennare a questo proposito che la presenza di granuli accessori di olivina fajalitica con una guaina di anfibolo arfvedsonitico fu già osservata da M. DE ANGELIS (Bibl. 14) in una pantellerite e in una trachite alcalina della Dancalia. E' evidente in ogni caso che il bordo di augite egirinica da me osservato e di arfvedsonite osservato dalla De Angelis ha determinato la protezione dei primi nuclei olivini da fenomeni di riassorbimento magmatico.

⁽²⁾ Da determinazioni dell'angolo degli assi ottici al T. U. è risultato che: $2V_{\alpha} = 38^{\circ} 40'$. Gli indici di rifrazione del minerale sono nettamente superiori a quello della sostanza vetrosa e leggermente inferiori a quello del Collolite; da determinazioni su frammenti isolati ho ottenuto per la vibrazione α valori dell'indice di rifrazione uguali a 1,529.

	si	al	fm	c	alc	k	mg	c/fm	qz
<i>Leucoevsite</i>	300	30	20	7	43	0.3	0.2	0.30	0.20
<i>Evisite groruditica</i>	300	30	30	2	38	0.35	0.1	0.35	0.10
<i>Evisite pantelleritica</i>	320	23	35	2	40	0.30	0.1	0.30	0.10
Trachiliparite di Meheso	358	26.8	29	6.9	37.3	0.45	0.12	0.45	0.12
Ossidiana di Meheso	347	28.6	29	6.9	35.5	0.45	0.15	0.45	0.15
<i>Evisite normale</i>	320	22.5	42	3	32.5	0.4	0.1	0.40	0.10
<i>Granito sienitico-silicico</i>	330	30	28	16	26	0.4	0.2	0.40	0.20

Le composizioni normative delle due rocce sono caratterizzate dalla presenza della molecola acmitica *Ac* in sensibile quantità; la presenza del silicato sodico *Ns** nella trachiliparite n. 14 mette ancor più in risalto il carattere alcalino di questa roccia.

Per il complesso delle loro caratteristiche chimico-mineralogiche le due facies di Meheso sono da considerare *trachilipariti alcaline sodico-potassiche, a carattere pantelleritico-comenditico*.

TRACHITI SODICHE

16. - La trachite sodica di Val Gumà

E' una roccia grigia a piccole chiazze brune e a struttura porfirica; proviene dal fianco destro della Val Gumà e precisamente dai tornanti più alti della strada Dancala, ricavati in rocce acide della serie di Magdala, che a loro volta sovrastano lave basiche delle vulcaniti dell'Ascianghi.

Al microscopio si distinguono individui idiomorfi di plagioclasti, di pirosseni ed ossidi di ferro in una massa di natura feldispatica quasi del tutto microcristallina uniforme con poco vetro cementante e cosparsa di minutissimi individui di magnetite e pirosseno, che si addensano talvolta così da formare delle chiazze più intensamente colorate in bruno.

I plagioclasti si presentano in rari geminati albite, per lo più in geminati albite-Carlsbad, quasi sempre leggermente zonati. Misure in zona simmetrica su geminati albite hanno dato per *c*: α valori massimi di estinzione di 20° , corrispondenti a termini andesinici al 38 % *An*; anche misurazioni su geminati Carlsbad leggermente zonati ci riportano ad analoghi termini andesinici.

Il pirosseno a leggera tinta brunastra non è pleocroico e presenta un angolo di estinzione *c*: $\gamma = 57^\circ$, valore proprio di un termine augitico leggermente sodico.

I dati analitici, i coefficienti magmatici, la « base » e la « norma » relativi a questa roccia sono riportati alla pagina seguente.

La formula magmatica della facies di Val Gumà bene si inquadra fra i tipi del gruppo magmatico delle *sieniti sodiche*, accostandosi al tipo *maenaitico*, di cui però è più silicica.

	si	al	fm	c	alc	k	mg
<i>maenaita</i>	210	33	28	14	25	0.3	0.4
trachite di Val Gumà	260	29.9	26.5	15.7	25.7	0.30	0.32

				"Molecola base,,		"Norma molecolare,,	
SiO ₂	64.68			Q	43.0	Q	13.8
TiO ₂	1.37	si	260	Kp	11.8	Or	19.7
P ₂ O ₅	0.37	al	29.9	Ne	27.7	Ab	46.2
Al ₂ O ₃	12.62	fm	26.5	Cal	1.3	An	2.2
Fe ₂ O ₃	2.85	c	15.7	Cs	4.6	Wo	6.1
FeO	3.41	alc	27.9	Fs	3.0	En	4.0
MnO	0.06	k	0.30	Fo	3.0	Hy	3.5
MgO	1.43	mg	0.32	Fa	4.1	Ru	1.0
CaO	3.64	ti	4.2	Ru	1.0	Mt	3.0
Na ₂ O	5.05	p	0.62	Cp	0.5	Cp	0.5
K ₂ O	3.34	c/fm	0.59				
H ₂ O ⁻	0.20	qz	+ 48				
H ₂ O ⁺	0.90				100.0		100.0
CO ₂	—						
Cl	—						
Fl	—						
	99.92			Q = 43.0	L = 40.8	M = 15.7	
				π = 0.03	γ = 0.31	μ = 0.20	α = 3.22

Ne deriva dai sopradetti caratteri chimico-petrografici che la roccia di Val Gumà è una *trachite alcalino-sodica*.

CHIMISMO E DIFFERENZIAZIONE MAGMATICA DELLE ROCCE STUDIATE

Portato a termine lo studio chimico-petrografico delle singole facies, passo ora a considerazioni di confronto sul chimismo e sulla differenziazione magmatica di tutto il gruppo di rocce effusive acide da me studiate.

Nelle pagine che seguono (Quadri I°, II°, III°) sono riportati, oltre alle analisi chimiche e alle formule magmatiche rispettive, i tipi petrografici ed i *tipi magmatici* secondo NIGGLI delle sedici rocce analizzate.

Dall'esame dei dati analitici risulta trattarsi di facies acide alcune notevolmente persiliciche, sempre relativamente ricche di ossidi di ferro e di alcali.

Il confronto con i tipi NIGGLI a cui più si approssimano le formule di queste lave (Quadro III°, pag. 27-28), mette in luce per la maggior parte delle rocce considerate l'appartenenza a gruppi magmatici di serie alcalino-sodica, benchè in molte si possa rilevare una certa tendenza potassica; questa però non è mai tanto marcata da poterle far rientrare in gruppi specifici della serie potassica.

Le formule delle lipariti dei Mil Millacat (n. 1) e della Conca di Mofà (n. 2) sono accostabili a tipi della serie normale alcali-calcica con un carattere sensibilmente potassico per la prima di queste facies; le due trachilipariti dei Monti Ellis (n. 12-13) sono invece schiettamente potassiche e sono quindi confrontabili con *tipi magmatici* di questa serie.

Ho riunito nello schema sottoriportato, desunto dal Quadro III, i gruppi ed i tipi magmatici delle tre serie, a cui più sono vicine le formule delle rocce in esame:

I. — QUADRO DELLE ANALISI CHIMICHE

	1	2	3	4	5	6*	7*	8*	9	10	11	12	13	14	15*	16
SiO ₂	74.12	73.08	79.08	77.72	70.20	73.80	72.82	70.88	67.12	64.58	63.92	66.80	64.96	72.12	68.80	64.68
TiO ₂	tr.	0.45	0.48	0.48	0.38	0.22	0.30	0.53	0.27	1.14	0.56	0.40	0.68	0.20	0.15	1.37
P ₂ O ₅	tr.	0.15	tr.	0.03	0.04	0.08	—	0.05	0.09	0.34	0.16	0.09	0.24	0.13	0.13	0.37
Al ₂ O ₃	11.96	11.61	8.72	10.19	11.12	12.10	10.30	10.59	14.45	15.81	16.86	15.07	14.05	8.96	9.64	12.62
Fe ₂ O ₃	1.29	2.48	1.57	1.42	3.77	0.82	0.44	1.42	1.08	1.64	2.34	4.64	6.88	3.95	3.90	2.85
FeO	0.36	0.72	1.18	1.03	0.85	1.56	2.99	4.41	1.45	2.95	1.42	0.14	0.43	2.42	2.18	3.41
MnO	tr.	0.09	0.06	0.04	0.17	0.01	0.03	0.11	0.11	0.10	0.09	tr.	—	0.11	0.19	0.06
MgO	0.52	0.88	0.18	0.22	0.36	0.22	0.22	0.36	0.26	0.52	0.41	0.45	0.36	0.46	0.57	1.43
CaO	1.24	1.64	0.30	0.14	0.88	0.84	1.48	0.48	2.08	2.52	1.36	0.56	0.36	1.26	1.28	3.64
Na ₂ O	2.42	3.80	3.40	3.59	4.71	5.10	6.69	6.21	6.29	5.78	8.00	4.88	4.91	4.13	3.97	5.05
K ₂ O	5.71	4.04	4.09	4.58	5.58	4.95	4.67	4.75	4.38	3.72	3.92	5.89	5.49	5.24	5.00	3.24
H ₂ O ⁻	1.04	0.41	0.25	0.28	1.10	0.09	0.04	0.07	0.46	0.27	0.60	0.44	0.40	0.48	0.38	0.20
H ₂ O ⁺	1.46	0.82	0.53	0.54	0.88	0.22	0.10	0.16	1.41	0.65	0.56	0.56	1.08	0.72	4.00	0.90
CO ₂	tr.	—	—	—	—	—	—	—	0.42	0.30	—	—	—	—	—	—
Cl	—	—	—	—	—	0.19	0.30	0.18	—	—	—	—	—	—	—	—
Fl	—	—	—	—	—	0.06	0.11	0.17	—	—	—	—	—	—	—	—
	100.12	100.17	99.84	100.26	100.04	100.26	100.49	100.37	99.87	100.32	100.20	99.92	99.84	100.18	100.19	99.92

II. — QUADRO DELLE FORMULE RAPPRESENTATIVE

Formule "NIGGLI",

N.	si	al	fm	c	alc	k	mg	ti	p	c/fm	qz
1	452	42.9	12.5	8.1	36.5	0.61	0.38	—	—	0.65	+206
2	391	36.6	20.6	9.4	33.4	0.41	0.34	1.8	0.30	0.45	+157
3	572	37.1	19.0	2.3	42.6	0.44	0.11	2.6	—	0.13	+318
4	527	40.7	15.0	1.0	43.3	0.46	0.15	2.4	0.08	0.07	+254
5	357	33.0	21.3	4.8	40.9	0.44	0.13	1.4	0.09	0.22	+117
6*	402	38.8	12.2	4.9	44.1	0.39	0.15	0.9	0.05	0.40	+141
7*	359	29.9	15.7	7.8	46.6	0.32	0.10	1.1	—	0.50	+123
8*	334	29.4	25.4	2.5	42.7	0.35	0.09	1.9	0.11	0.10	+103
9	303	38.4	11.4	10.1	40.1	0.31	0.16	0.9	0.16	0.99	+ 48
10	263	37.9	18.6	11.0	32.5	0.30	0.17	3.5	0.06	0.59	+ 33
11	252	39.3	14.4	5.8	40.5	0.24	0.16	1.7	0.26	0.40	— 6
12	298	39.9	19.3	2.7	38.1	0.44	0.16	1.4	0.16	0.14	+ 44
13	283	36.0	26.4	1.7	35.9	0.42	0.08	2.8	0.44	—	+ 55
14	358	26.8	29.0	6.9	37.3	0.45	0.12	0.8	0.03	0.24	+140
15*	347	28.6	29.0	6.9	35.5	0.45	0.15	0.6	0.03	0.24	+126
16	260	29.9	26.5	15.7	27.9	0.30	0.32	4.2	0.06	0.59	+ 48

Formule "OSANN",

N.	s	p	A	C	F	a	c	f	n	k
1	81.89	—	6.61	1.17	2.56	19.2	3.4	7.4	3.91	1.84
2	79.62	0.07	6.79	0.63	5.45	15.8	1.5	12.7	5.88	3.52
3	85.76	—	6.36	—	1.57	24.1	—	5.9	5.58	2.16
4	84.29	0.02	6.91	—	1.79	23.8	—	6.2	5.44	1.95
5	76.76	0.11	9.43	—	6.25	18.0	—	12.0	5.76	1.19
6*	80.30	0.10	8.79	—	2.03	24.4	—	5.6	7.00	1.47
7*	78.41	—	10.20	—	1.25	26.7	—	3.3	6.85	1.26
8*	77.56	0.03	9.83	—	2.78	23.4	—	6.6	6.65	1.77
9	75.23	0.04	9.93	—	4.88	20.1	—	9.9	6.86	1.17
10	72.62	0.16	8.85	1.49	6.58	15.7	2.6	11.7	7.02	1.16
11	72.06	0.07	11.48	—	5.02	20.9	—	9.1	7.56	0.97
12	74.89	0.04	9.55	0.45	5.06	19.1	0.9	10.0	5.57	1.18
13	79.27	0.02	9.13	—	2.45	23.7	—	6.3	5.62	1.51
14	79.41	0.06	8.27	—	4.00	20.2	—	9.8	5.48	1.48
15*	78.77	0.06	8.04	—	5.07	18.4	—	11.6	5.47	1.82
16	72.41	0.17	7.67	0.52	11.03	12.0	0.8	17.2	9.28	1.25

III. — QUADRO DELLE ROCCE STUDIATE

N.	Località	Tipo petrografico	Classificazione secondo i tipi magmatici NIGGLI
1	Mil Millacat, a sud di Araucina	Liparite, struttura microsferulitica costituita da aggregati fibroso-raggiati di ortoclasio e calcedonio in massa microcristallina quarzoso-feldispatica	Granito engadinico di serie alcalica (con tendenza potassica)
2	Conca di Mofà (alto Borchenna)	Liparite, struttura microsferulitica a fenocristalli feldispatici in un aggregato fibroso-raggiato di ortoclasio e calcedonio	Fra granito engadinico e tipi dei magmi granitici, di serie alcalica
3	Uccialli	Liparite comenditica, persilicica sodica a tendenza potassica, struttura porfirica a fondo petroselcioso con fenocristalli di quarzo, sanidino, plagioclasti, minuti granuli di augite egirina e cristallini barkevikitici.	Fra aplite granitica e granito normale, di serie sodica (con tendenza potassica)
4	Lago Haic, sponda S-W	Liparite comenditica persilicica sodica a tendenza potassica, struttura porfirica fondo petroselcioso fluidale con numerosi fenocristalli di sanidino, quarzo e anfibolo	Fra aplite granitica e granito normale, di serie sodica (con tendenza potassica)
5	Strada Addis-Abeba - Moggio km. 54	Liparite comenditica sodica a tendenza potassica, a struttura microcristallina, con rari fenocristalli di sanidino in aggregato quarzoso-feldispatico che ingloba aghetti egirinici e granuli cossiritici	Fra gibelite e leucovisite, di serie sodica (con tendenza potassica)
6*	A 23 km. da Sardò verso Tandahò	Ossidiana liparitica comenditica, nettamente sialica, struttura vetrosa ad andamento fluidale e fessurazione perlitica, a rari microliti feldispatici e pirossenici	Granito sodico normale
7*	Monte Agelù, versante occidentale	Ossidiana liparitica comenditica, struttura vetrosa fluidale con rari elementi idiomorfi di anortoclasio e di augite egirinica	Fra granito sodico e leucovisite, di serie sodica
8*	Colle di Entotto, a N di Addis Abeba	Ossidiana liparitica comenditica, poco sialica, struttura vetrosa integrale	Leucovisite (serie sodica)
9*	Gauani, 2 km. ad E verso il M. Agelù	Trachiliparite sodica, struttura porfirica a fondo essenzialmente vetroso fluidale a rari fenocristalli di sanidino, anortoclasio e augite egirinica	Fra nordmarkite e aplite sienitica, di serie sodica

III. — QUADRO DELLE ROCCE STUDIATE

N.	Località	Tipo petrografico	Classificazione secondo i tipi magmatici NIGGLI
10	Dintorni Lago Haic, sul margine della strada Dessiè-Quoram	Trachiliparite sodica, struttura porfirica a fondo criptocristallino con piccoli fenocristalli di sanidino e plagioclasio andenico	Fra gibelite e umptekite, di serie sodica
11	Debra Brean	Trachiliparite sodica ad anortoclasio e pirosseno augitico-egirino, struttura porfirica di tipo trachitico	Fra nordmarkite e gibelite, di serie sodica
12	M. Ellis, estremità Sud-Est	Trachiliparite potassica, struttura porfirica per fenocristalli di sanidino in massa di fondo microcristallina di tipo trachitico	Fra nordmarkite potassica e gibelite potassica
13	M. Ellis, estremità Sud-Ovest	Trachiliparite potassica, struttura porfirica per fenocristalli di sanidino in massa di fondo fluidale vetrofirica	Fra nordmarkite potassica e gibelite potassica
14	Meheso	Trachiliparite alcalina sodico-potassica, a carattere pantelleritico-comenditico, struttura porfirica per vistosi fenocristalli di quarzo e sanidino e minori individui di barkevikite, di augite-egirinica e di cossirite in aggregato criptocristallino che include microliti pirossenici, cossiritici e anfibolici della serie arfvedsonite-riebeckite	Fra tipi dei magmi evisitici di serie sodica (con tendenza potassica)
15*	Meheso	Ossidiana tufacea trachiliparitica sodico-potassica a carattere pantelleritico-comenditico, struttura vetrofirica con fenocristalli talora frammentari di quarzo, anortoclasio, cossirite in un fondo criptocristallino a microliti anfibolici della serie arfvedsonite-riebeckite	Fra tipi dei magmi evisitici di serie sodica (con tendenza potassica)
16	Val Gumà, fianco destro tornanti più alti della strada Dancala	Trachite sodica, struttura porfirica a fondo criptocristallino con poco vetro e fenocristalli di plagioclasio andesinici e pirosseni augitici leggermente alcalini	Maenite (serie sodica)

Serie alcalino-calcica

magma
leucogranitico { granito
engadinico (1, 2)

magma
granitico { adamellite (2)
tasnagranito (2)

Serie alcalino-potassica

magma
juvitico { nordmarkite
potassica (12, 13)
gibelite
potassica (12, 13)

Serie alcalino-sodica

magma
granitico
alcalino { aplite granitica
alcalina (3, 4)
granito alcalino
normale (3, 4, 5, 6*, 7*)
aplite sienitica
alcalina (9)
nordmarkite (9, 11)
gibelite (5, 10)

magma
evisitico { leucoveisite
(5, 7*, 8*, 14, 15*)
evisite
groruditica (14, 15*)
evisite
pantelleritica (14, 15*)
evisite
normale (14, 15*)

magma
foyaitico { umptekite (10)

magma
sienitico sodico { maenaite (16)

Per illustrare chiaramente le caratteristiche più salienti della differenziazione magmatica di queste rocce, ho disegnato sulla base dei coefficienti delle loro formule magmatiche vari diagrammi.

Nel grafico *al*, *fm*, *c*, *alc* esprime le variazioni di questi coefficienti in funzione di *si* (fig. 2, pag. 30) il costante elevato valore di *alc* (superiore o di poco inferiore ad *al*) ed i valori in genere relativamente bassi del coefficiente *c* rispecchiano il carattere alcalino di tutte queste facies. Le due deviazioni più significative dall'andamento, per contemporanea riduzione di *alc* ed aumento di *c*, si trovano in corrispondenza dei due tipi liparitici normali n. 1 e 2.

Analoga deviazione, accompagnata da uno scarto in senso isofalo degli altri due coefficienti, si rileva nelle due rocce di Miesso (n. 14 e 15) che assumono carattere decisamente *evisitico*.

Il carattere *comenditico* di alcune di queste rocce (lipariti di: Ucciali n. 3, Lago Haic n. 4, Addis Abeba n. 5 e ossidiane di: Sardò n. 6*, Gauani n. 7*, Entotto n. 8*) è precisato dai valori del coefficiente *alc* sempre superiori ad *al* e dai valori piuttosto

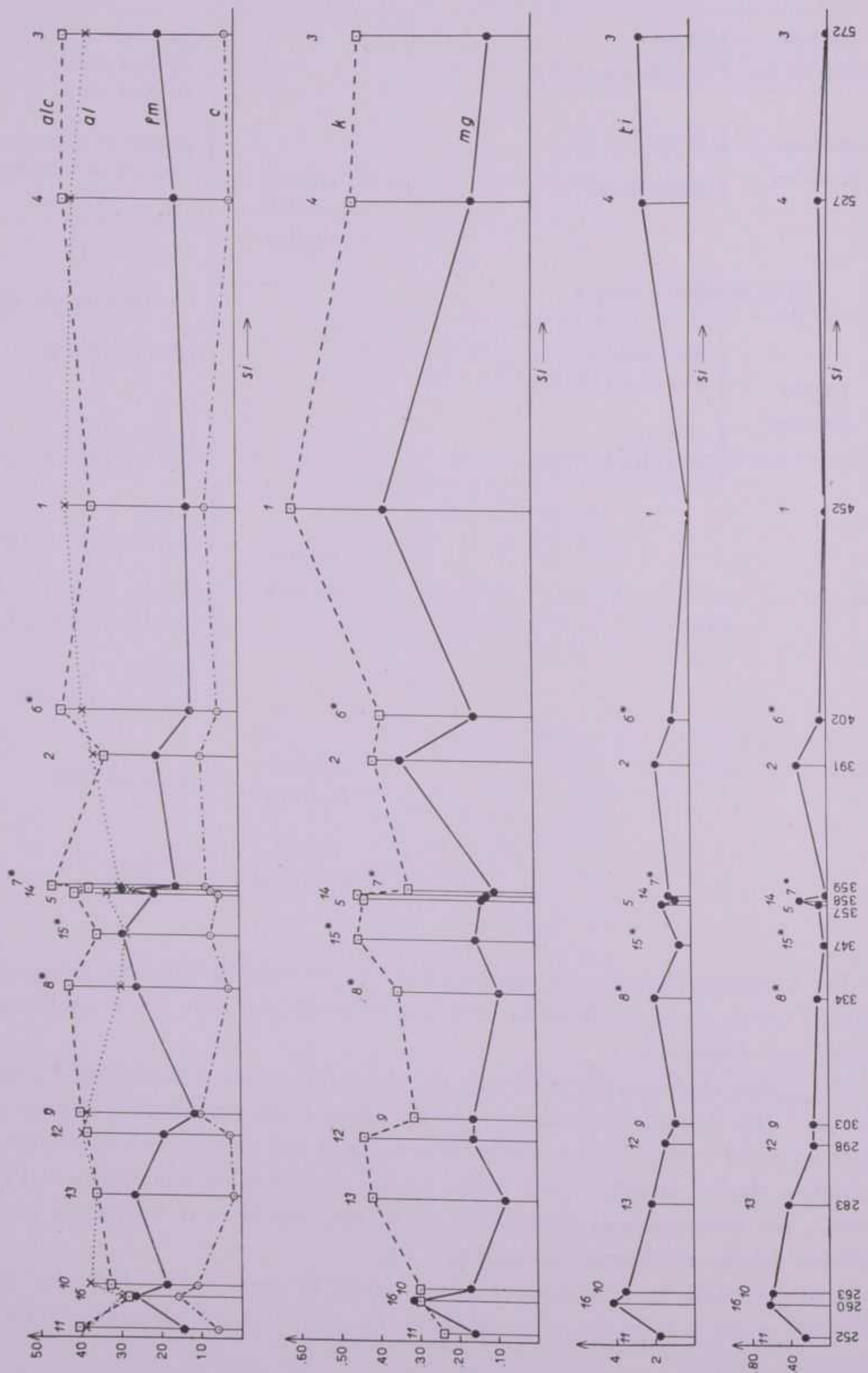


FIG. 2. - Diagrammi di differenziazione chimica delle facies acide analizzate

alti di *fm*. Ciò si accentua fino a raggiungere l'isofalia, come ho accennato sopra, nei due tipi a carattere *pantelleritico* rappresentati dalla lava e ossidiana di Miesso n. 14 e 15*.

Le variazioni dei coefficienti *k* e *mg* in funzione di *si* sono piuttosto irregolari, come dimostra il diagramma della fig. 2, a pag. 30. L'andamento delle curve dei due coefficienti è però analogo: ad una variazione di *k* corrisponde generalmente una variazione nello stesso senso di *mg*.

Carattere relativamente magnesiaco presentano: le lipariti dei Mil Millacat (n. 1) e della conca di Mofà (n. 2) e la trachite della Val Gumà (n. 16), mentre per tutte le altre facies il valore del coefficiente *mg* è basso. Dall'osservazione dei valori di *k*,

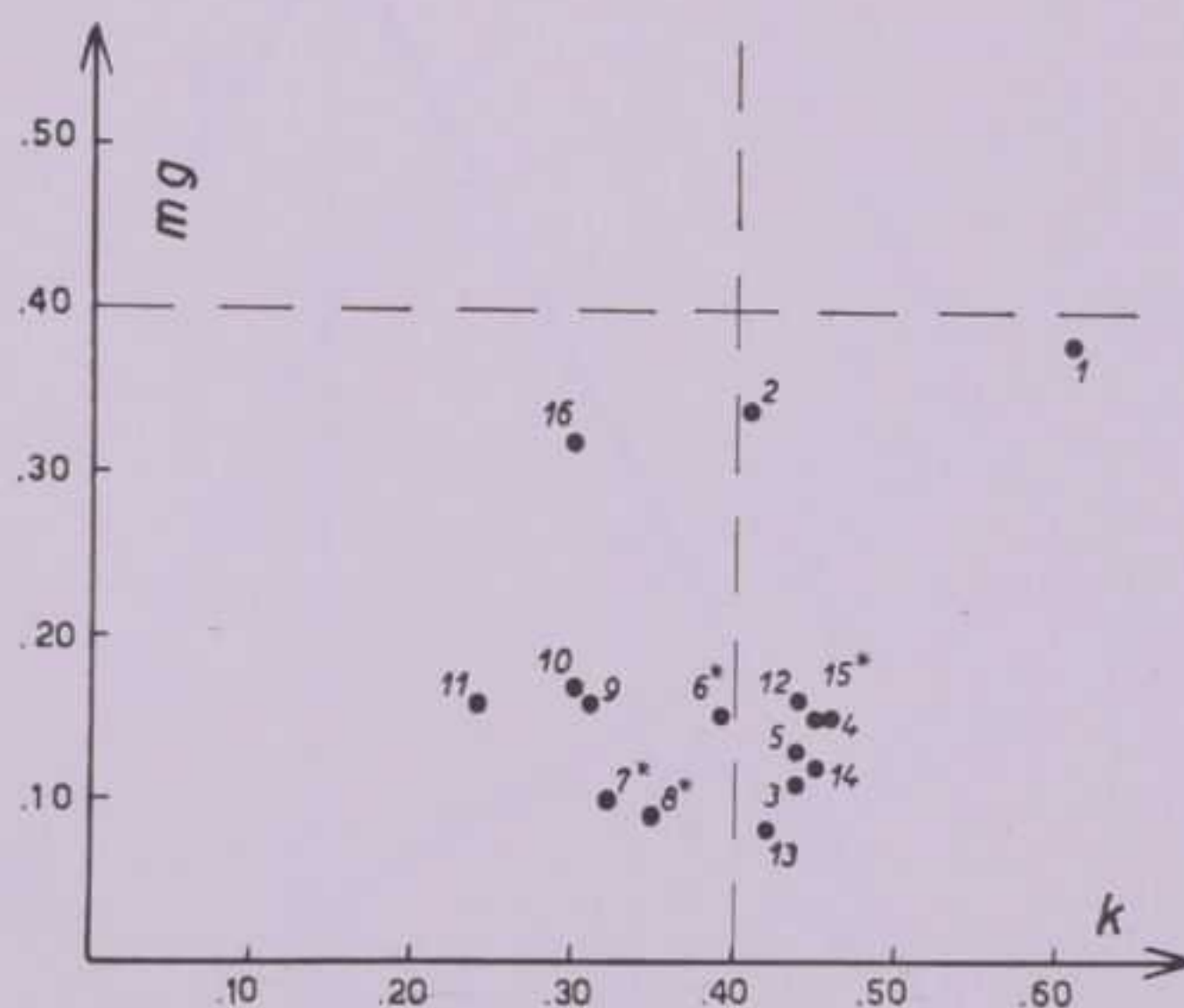


FIG. 3. - Diagramma K - mg

si deduce che fra tutte queste lave presentano carattere potassico: la liparite dei Mil Millacat (n.1); le lipariti comenditiche di Uccialli (n. 3), del Lago Haic (n. 4), di Moggio (n. 5); le trachilipariti delle estremità (sud-est n. 12 e sud-ovest n. 13) dei Monti Ellis; le due lave trachiliparitiche a carattere *pantelleritico-comenditico* di Meheso (n. 14 e 15*).

Il carattere potassico delle sopradette facies viene riconfermato dal grafico *k-mg* della fig. 3 a pag. 31. Questo stesso diagramma inoltre riconferma la loro composizione poco magnesiaca; ad eccezione, come più sopra ho detto, delle tre rocce della Conca di Mofà (n. 2), di Val Gumà (n. 16) e in particolare di quella dei Mil Millacat n. 1 che assume una posizione estrema ed isolata.

Nel complesso quindi la localizzazione dei punti rappresentativi delle rocce studiate nel diagramma *k-mg* sta ad indicare facies alcaline acide, a carattere più o meno potassico.

Nel diagramma *ti-si* (fig. 2, pag. 30) si notano variazioni brusche nell'andamento della curva; i valori di *ti* sono sensibilmente elevati anche per le facies molto acide (lipariti di Uccialli n. 3 e del Lago Haic n. 4).

Il diagramma dei coefficienti p - si (fig. 2, pag. 30) pur con certe oscillazioni denota in complesso una ascesa del valore di p , nelle facies meno acide.

Nel quadro II, di pag. 26, sono riportate le formule magmatiche di queste 16 lave calcolate secondo il metodo OSANN ⁽¹⁾ e nella fig. 4 a pag. 32 è riprodotto il relativo diagramma triangolare.

I punti rappresentativi delle facies da me studiate vanno a cadere nel settore delle rocce alcaline, ad eccezione della sola liparite dei Mil Millacat (n. 1) il cui punto si localizza nel campo delle rocce acide di serie normale e più precisamente nella zona

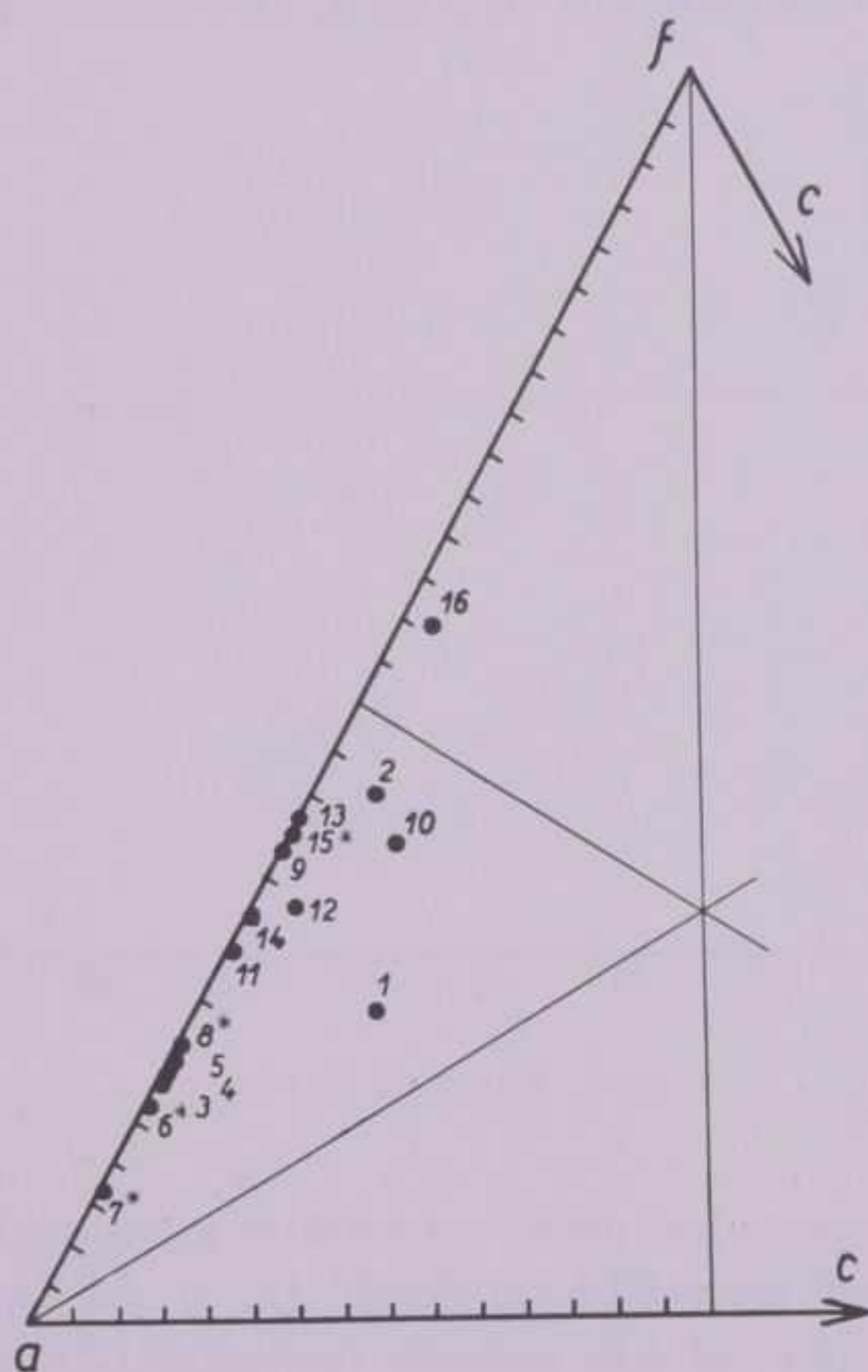


FIG. 4. - Diagramma « OSANN »

dei graniti. Il punto della trachite sodica di Val Gumà (n. 16) si porta nel campo delle rocce sienitiche alcaline, con un certo spostamento però verso il settore dei tipi sienitici di serie alcali-calcica.

I punti rappresentativi della maggior parte delle facies, dato l'annullamento del coefficiente c si addensano sul lato a - f del diagramma, confermando in tal modo la loro notevole alcalinità.

⁽¹⁾ Per poter procedere al calcolo del coefficiente A , secondo il metodo OSANN, di gran parte delle rocce analizzate ho dovuto ricorrere all'artificio consigliato dallo stesso OSANN di compensare il difetto di Al_2O_3 con una corrispondente quantità molecolare di Fe_2O_3 . Tale artificio è giustificato dall'esistenza fra i componenti mineralogici di queste rocce di anfiboli e pirosseni alcalini. (Vedi in proposito: H. ROSENBUSCH: *Elemente der Gesteinslehre*, pag. 100, par. 63, Stuttgart 1923).

I raggruppamenti Q-L-M ed i coefficienti π - γ - μ - α di queste sedici rocce sono tutti riuniti nel Quadro IV, a pag. 34.

Nella rappresentazione triangolare Q-L-M ⁽¹⁾ (fig. 5 a pag. 33), i punti rappresentativi delle vulcaniti studiate si portano tutti al disopra della « linea di saturazione » PF; il che denota la presenza di quarzo libero fra i componenti della « molecola base » e quindi il carattere acido persilicico di tutte le rocce considerate. Più si disco-

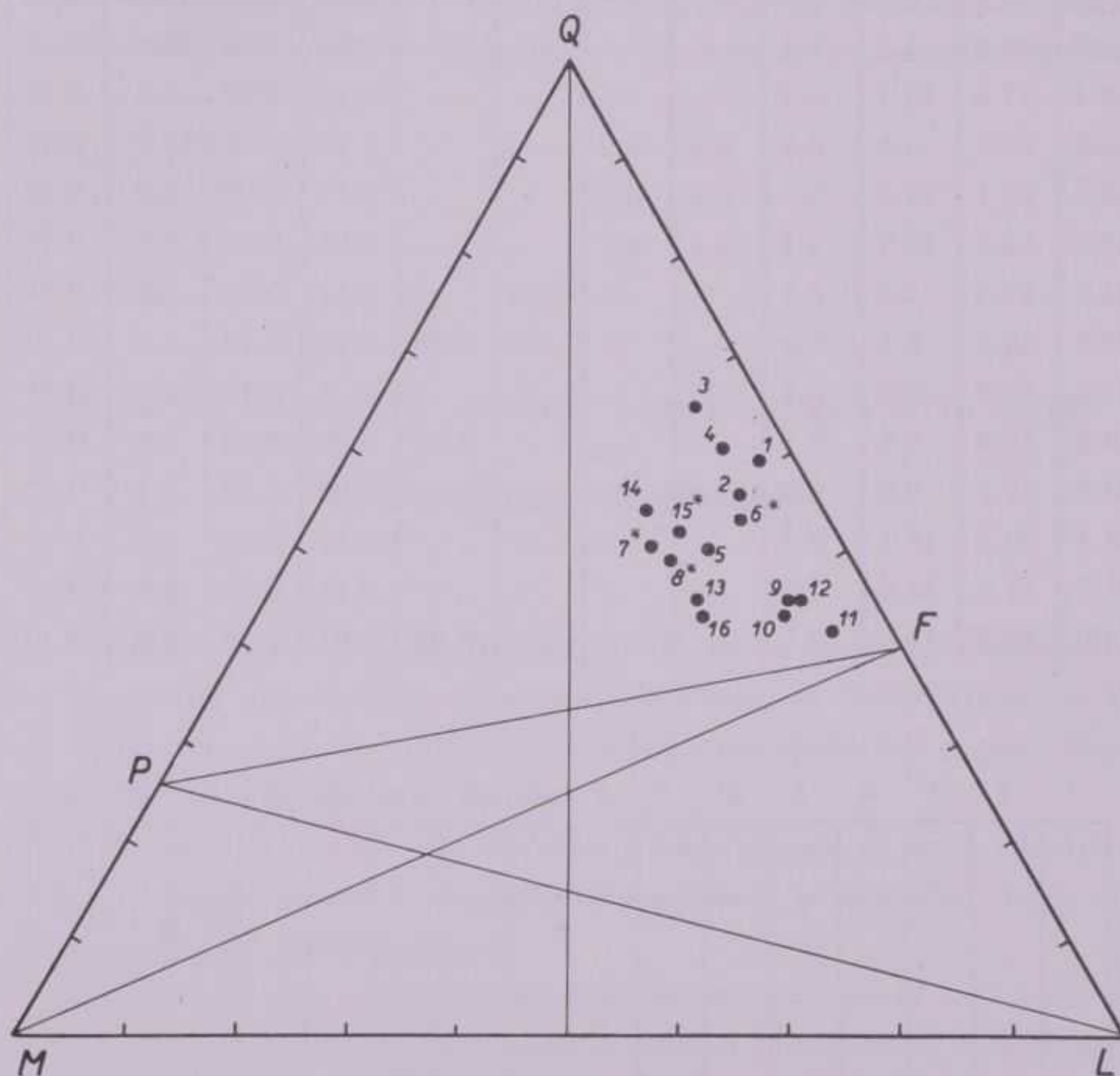


FIG. 5. - Diagramma Q - L - M

stano dal limite PF per maggior grado di acidità le lipariti (n. 1 e 2) e le lipariti comenditiche. Le facies più povere in elementi femici si accostano al lato Q-L del triangolo, e solo alcune a carattere pantelleritico-comenditico restano più prossime alla mediana verticale, in rapporto con il loro carattere persilicico, poco alluminifero e piuttosto femico.

Anche i valori del coefficiente qz (Quadro II, pag. 26) confermano la ricchezza in silice: per tutte le facies infatti i valori di qz sono superiori a + 12; ad eccezione

⁽¹⁾ Per l'interpretazione del diagramma Q - L - M, vedi C. BURRI e P. NIGGLI (Bibl. 8). In questa rappresentazione diagrammatica il valore del coefficiente M è comprensivo anche dei piccoli valori Cp, Cc, Fl, Hl.

IV. - QUADRO DEI COEFFICIENTI NORMATIVI

N.	Q	L	M	Cp	Hi	Fr	Ce	π	γ	μ	α	k	mg
1	58.8	37.8	3.4	—	—	—	—	0.08	0.12	0.35	29.6	0.61	0.38
2	55.2	37.3	7.2	0.3	—	—	—	6.04	0.20	0.27	13.2	0.41	0.34
3	63.7	29.6	6.7	—	—	—	—	—	0.08	0.06	20.6	0.44	0.11
4	60.3	33.9	5.7	0.1	—	—	—	—	0.04	0.11	24.6	0.46	0.15
5	50.4	37.4	12.1	0.1	—	—	—	—	0.11	0.07	6.5	0.44	0.13
6*	52.9	39.6	6.6	0.1	0.6	0.2	—	—	0.17	0.08	12.4	0.39	0.15
7*	50.0	33.1	15.6	—	0.9	0.4	—	—	0.13	0.03	5.4	0.32	0.10
8*	48.8	34.5	15.3	0.1	0.6	0.7	—	—	0.03	0.05	5.2	0.35	0.09
9	44.3	47.5	7.0	0.2	—	—	1.0	—	0.32	0.07	5.6	0.31	0.16
10	42.6	48.0	8.2	0.4	—	—	0.8	0.08	0.15	0.13	4.3	0.30	0.17
11	37.6	54.2	8.0	0.2	—	—	—	—	0.23	0.11	0.6	0.24	0.16
12	44.5	48.8	6.6	0.1	—	—	—	0.02	0.05	0.20	5.6	0.44	0.16
13	43.0	47.1	9.6	0.3	—	—	—	—	0.02	0.05	3.4	0.42	0.08
14	53.4	30.2	16.1	0.3	—	—	—	—	0.11	0.06	6.2	0.45	0.12
15*	51.7	33.6	14.5	0.2	—	—	—	—	0.13	0.08	6.1	0.45	0.15
16	43.0	40.8	14.8	0.5	—	—	—	0.03	0.31	0.20	3.2	0.30	0.32

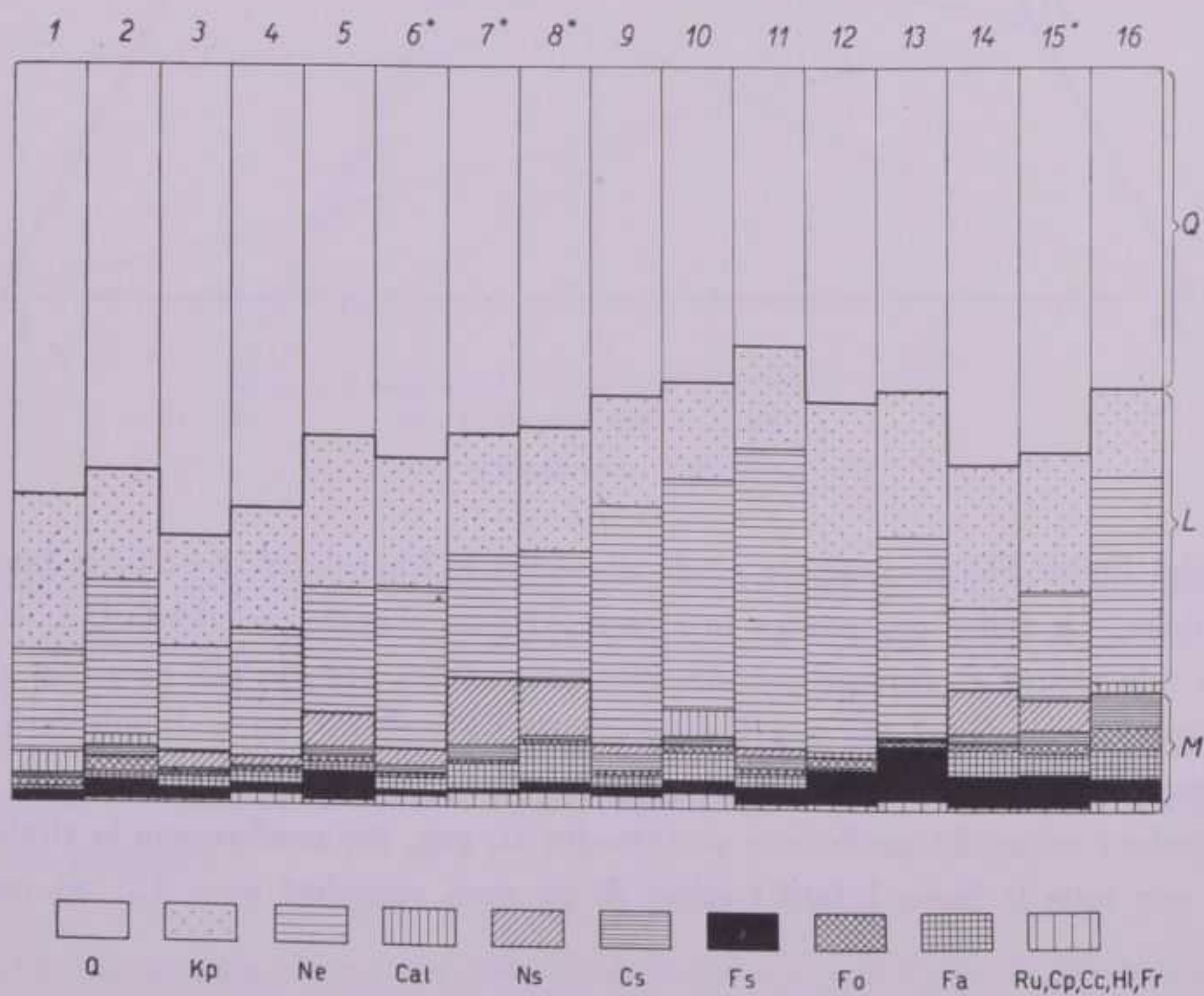


FIG. 6. Rappresentazione delle variazioni quantitative dei coefficienti della « molecola base » nelle rocce studiate.

della sola trachiliparite di Debra Brean (n. 11) per la quale il coefficiente assume un valore negativo — 6, manifestando con ciò una composizione un po' meno acida. Anche nel diagramma Q-L-M, il punto rappresentativo di questa roccia è quello che più si approssima alla « linea di saturazione » PF.

La fig. 6 a pag. 34, riporta le variazioni quantitative dei coefficienti delle « molecole base » e dei relativi raggruppamenti Q-L-M; questa rappresentazione precisa in altro modo il carattere persilicico delle facies (alti valori di Q) e la loro notevole alcalinità (valori elevati della molecola nefelinica Ne e presenza del silicato Ns nelle facies più ricche di alcali, ove questo concorre alla formazione delle molecole femiche).

RICERCHE DI ALTRI AUTORI SULLE VULCANITI ACIDE DELL' AFRICA ORIENTALE

Le rocce effusive acide studiate da altri Autori e da me prese in considerazione nella presente memoria appartengono non solo alle regioni di Addis Abeba, di Harar e della bassa Dancalia, come le rocce da me studiate, ma anche alla regione Somala ed alle zone occidentali dell'Altipiano Etiopico.

Ho avuto così a disposizione un rilevante e vario gruppo di facies effusive che mi ha permesso di mettere in luce il chimismo ed i caratteri petrografici delle vulcaniti acide più frequenti in Africa Orientale.

Nel Quadro V (a pag. 36-37-38) ho elencato le rocce prese in esame dai vari Autori. Per ogni singola facies sono riportati: località di provenienza, caratteristiche petrografiche, *tipo magmatico* nella rappresentazione NIGGLI ⁽¹⁾ e relative indicazioni bibliografiche ⁽²⁾.

Il calcolo dei coefficienti magmatici e dei raggruppamenti normativi Q-L-M, da me stessa condotto per la maggior parte delle facies, offre la possibilità di un rapido confronto fra queste rocce acide finora studiate (Vedi Quadro VI, a pag. 39).

⁽¹⁾ Per molte di queste rocce, l'identificazione delle rispettive formule magmatiche con i *tipi* NIGGLI riesce difficile, non adattandosi le stesse a nessuno dei tipi magmatici noti; per avere indicazioni di carattere orientativo, ho dovuto pertanto limitarmi a confronti complessivi con tutti i tipi di un determinato gruppo magmatico.

⁽²⁾ Nella scelta delle analisi eseguite da altri Autori ho reputato conveniente non prendere in considerazione otto analisi di rocce effusive acide dell'Africa Orientale presentate dall'ARSANDAUX (Bibl. 6), perchè sono incomplete le determinazioni degli elementi accessori (fosforo, titanio, manganese) e perchè i valori percentuali sono approssimati alla prima decimale e la somma degli stessi è troppo elevata.

Per analoghi motivi ho pure scartate tre analisi di rioliti, riportate da GENNES e BONNARD in un loro lavoro sulle rocce vulcaniche della Somalia (Bibl. 17), e due analisi, di una pomice e di una dacite, fra quelle date da MANASSE (Bibl. 29).

V. Quadro: LAVE ACIDE STUDIATE DA ALTRI AUTORI

N.	Località	Facies petrografica	Tipo magmatico	Autore	Bibl.
17	Addis Abeba	Trachite anortoclasica; fenocristalli di quarzo, feldispato e rari elementi di orneblenda bruna in cemento prevalentemente vetroso	fra tipi dei magmi granitici (serie normale)	COMUCCI	10
18	Cave 6 km. a sud di Addis Abeba	Trachite ad anortoclasio; massa vetrosa con microliti a disposizione fluidale, fenocristalli feldispatici	fra tipi dei magmi sienitici di serie sodica, con tendenza potassica	"	10
19	Cave 6 km. a sud di Addis Abeba	Comendite, massa vetrosa a fenocristalli di quarzo e sanidino	fra tipi dei magmi granitici sodici ed evisitici, con tendenza potassica	"	10
20	Balisa fra Moka e Gamaliè	Trachiliparite a struttura porfirica con fenocristalli di sanidino e raro pirosseno in fondo vetroso perlitico	fra tipi dei magmi granitico-sienitici di serie potassica	"	12
21	Riva sinistra Baro, 1 km. NE mercato Gordonà	Comendite a struttura porfirica con fenocristalli di sanidino e rara arfvedsonite in massa microcristallina plagioclasica, fluidale	fra gibelite (magmi granitico-sodici) e tipi dei magmi evisitici sodici	"	12
22	Presso Bubbè	Trachite alcalina, struttura vetrosa fluidale ad elementi listiformi di sanidino	K-gibelite (magmi juviti di serie potassica)	"	12
23	Pendici N del Ciccà	Liparite a struttura ossidianoide vetrosa con piccoli elementi di anortoclasio	fra tipi dei magmi leucogranitici di serie normale	"	13
24	Cheddis Arit	Liparite, compatta totalmente cristallizzata a quarzo, feldispato e abbondanti ossidi di ferro	fra si-sienite sodica (magmi sienitico-sodici), e tipi dei magmi evisitici con spiccato carattere persilicico	"	13
25	Ancuasegg	Liparite, con massa vetrosa fluidale che ingloba quarzo e sanidino	fra tipi dei magmi granitici di serie normale ed il rapakivi di serie potassica	"	13
26	Axuidà	Liparite vetrosa a piccoli microliti sanidinici	fra tipi dei magmi trondjemitici di serie normale, con carattere potassico	"	13
27	Valle Meschaha	Liparite a struttura porfirica: rari fenocristalli di quarzo e sanidino in massa di fondo da microfelsitica a sferulitica	fra tipi dei magmi granitici alcalino-sodici, con tendenza potassica	"	13
28	Verso Ifag	Porfido quarzoso a struttura porfirica con fenocristalli ortoclasici in massa di fondo quarzoso-feldispatica microcristallina	fra tipi dei magmi granitici alcalini ed evisitici, di serie sodica	"	13
29	Amba Gbiorghis	Trachiliparite, con fenocristalli feldispatici e pirossenici in massa microfelsitica	fra tipi dei magmi granitici di serie normale	"	13
30	Gaschit	Trachite sodica a grana minutissima, afanitica con inclusi feldispatici	fra tipi dei magmi sienitico-sodici	"	13
31	Amba Libò	Trachite nefelinica, massa microcristallina talora fluidale essenzialmente feldispatica, a rari microliti egirinici e ad elementi rotondeggianti di nefelina	fra tipo gibelitico potassico dei magmi juviti e tipo granitico-sienitico, di serie alcalino-potassica	"	13

Segue:

V. Quadro: LAVE ACIDE STUDIATE DA ALTRI AUTORI

N.	Località	Facies petrografica	Tipo magmatico	Autore	Bibl.
32	Amba Libò	Trachite nefelinica, massa microcristallina talora fluidale essenzialmente feldispatica, a rari microliti egirini e ad elementi rotondeggianti di nefelina	fra tipi dei magmi granitici di serie sodica e tipi dei magmi juviti di serie potassica	COMUCCI	13
33	Id. Anabà, presso Barasoli	Comendite, struttura porfirica a fenocristalli di quarzo e anortoclasio in massa microcristallina granulare quarzoso-feldispatica	aplite granitica dei magmi granitico-sodici, con tendenza potassica	DE ANGELIS	14
34	Id. Anabà, presso Barasoli	Pantellerite, struttura porfirica a fenocristalli di anortoclasio, arfvedsonite, cossirite, egirina	fra tipi dei magmi granitici di serie sodica	»	14
35	Nomenta Ali, presso Gahâr	Trachite sodica, struttura porfirica trachitica, fenocristalli di anortoclasio e di anfibolo sodico arfvedsonitico-riebeckitico	fra tipi dei magmi granitici di serie sodica	»	14
36	a Sud del Fantalè	Ossidiana pantelleritica a quarzo, feldispato, egirina e riebeckite	pantellerite - evisitica (magmi evisitici sodici)	LACROIX	26
37	a Sud del Fantalè	Ossidiana pantelleritica, porfirica a quarzo, feldispato, egirina e riebeckite	fra tipi dei magmi evisitici di serie sodica, con carattere piuttosto calcico	»	26
38	a Sud del Fantalè	Pantellerite egirinica	fra tipi dei magmi evisitici di serie sodica, con carattere piuttosto calcico	»	26
39	a Nord del Fantalè	Ossidiana opaca	fra tipi dei magmi evisitici, di serie sodica	»	26
40	Hol-Hol, presso Gibuti	Pantellerite	evisite-groruditica di serie sodica, persilicica	»	26
41	Dahita	Pantellerite	fra tipi dei magmi evisitici di serie sodica, con carattere persilicico	»	26
42	Mont Mabla	Comendite	fra tipi dei magmi granitici sodici, con tendenza potassica	»	26
43	Fantalè	Trachite sodica, struttura porfirica, fenocristalli di anortose e di diopside in massa microcristallina granulare feldispatico-pirosenica	fra tipi dei magmi sienitici di serie sodica	»	26
44	Aden	Pantellerite, nella massa vetrosa a fessurazione perlitica fenocristalli di anortoclasio e sanidino, di egirina augitica e di cossirite	fra tipi di magmi evisitici di serie sodica	MANASSE	28
45	Aden	Trachite ad egirin-augite, struttura trachitica minuta a microliti feldispatici e pirose-nici	fra gibelite (magmi granitici alcalini) e leucovisite (magmi evisitici di serie sodica)	»	28
46	Aden	Trachidacite augitica, nella massa a struttura jalopilitica fenocristalli plagioclasici e augitico-diopsidici	fra tipi dei magmi granitici alcalino-sodici e tipi dei magmi sienitici sodici	»	28

Segue : V. Quadro : LAVE ACIDE STUDIATE DA ALTRI AUTORI

N.	Località	Facies petrografica	Tipo magmatico	Autore	Bibl.
47	Aden	Trachandesite augitica (trachite), struttura pilotassitica a feldispati e pirosseno: rari fenocristalli plagioclasici e augitico-diopsidici	Maenite (magmi sienitico-sodici)	MANASSE	28
48	Aden	Trachandesite augitica (trachite) a struttura trachitica a microliti feldispatici e pirossenici con fenocristalli plagioclasici (oligoclasici) e augitico-diopsidici	fra tipi dei magmi sienitico-sodici	"	28
49	Vulcano Alid (Buia)	Ossidiana liparitica, nera compatta a microliti di feldispato e pirosseno	fra tipi dei magmi granitici sodici	"	29
50	Fra Badda e Samoiti	Felsoliparite a struttura fluidale-eutassitica, a feldispati alcalini e a cataforite	fra tipi dei magmi leucogranitici di serie normale	"	29
51	Strada Gimma-Addis Abeba, a 6 km. da Gimma	Pantellerite, struttura porfirica: nella massa vetrofirica quarzoso-feldispatica fenocristalli di anortose, di cossirite e di egirina e aghi di riebeckite talora concresciuti con egirina	evisite pantelleritica (magmi evisitici sodici)	PAGLIANI	33
52	Strada Gimma-Addis Abeba, a 6 km. da Gimma	Pantellerite, struttura porfirica: nella massa microcristallina quarzoso-feldispatica, aghi di riebeckite e fenocristalli di anortoclasio	evisite groruditica (magmi evisitici sodici)	"	33
53	Strada Gimma-Addis Abeba, a 6 km. da Gimma	Pantellerite, struttura porfirica fenocristalli di anortoclasio in massa microcristallina quarzoso-feldispatica	fra tipi dei magmi evisitici sodici	"	33
54	Lungo il fiume Coca, nell'Auasch	Pantellerite, fenocristalli di anortoclasio in massa vetrofirica quarzoso-feldispatica ad egirina verde e cossirite	fra tipi dei magmi evisitici sodici	"	33
55	Sella di Carrà	Pantellerite a struttura porfirica: fenocristalli di quarzo ed anortoclasio in pasta vetrosa a tessitura fluidale	evisite groruditica (magmi evisitici sodici)	REPOSSI	36
56	Addis Abeba	Trachite alcalina	pulaskite (magmi subplagioclastici di serie sodica)	ROHLEDER-STANSFIELD	37
57	Addis Abeba	Pantellerite	fra tipi dei magmi granitici alcalini ed evisitici, di serie sodica	"	37
58	Fantalè, presso Metahara	Pantellerite	evisite pantelleritica (magmi evisitici sodici)	"	37
59	Fantalè	Pantellerite	fra evisite - groruditica ed evisite - pantelleritica (magmi evisitici sodici)	"	37
60	Addis Abeba	Pantellerite	fra si-sienite sodica ed evisite-groruditica, con carattere persilicico e tendenza potassica	"	37
61	Moggio	Ossidiana pantelleritica	fra tipi dei magmi alcali granitici ed evisitici di serie sodica	"	37

VI. — QUADRO DEI COEFFICIENTI MAGMATICI E DEI RAGGRUPPAMENTI Q-L-M
DELLE VULCANITI STUDIAE DA ALTRI AUTORI

N.	si	al	fm	c	alc	k	mg	c/fm	qz	Q	L	M
17	286	36.1	24.6	13.1	26.2	0.48	0.12	0.53	+ 81	49.0	41.7	9.3
18	247	31.0	28.0	14.0	27.0	0.39	0.16	0.47	+ 39	43.0	43.0	14.0
19	379	32.1	25.4	5.7	36.8	0.49	—	0.33	+146	55.2	36.1	8.7
20	298	27.9	31.9	10.7	29.5	0.52	0.17	0.33	+ 37	42.0	41.2	16.8
21	265	35.6	22.1	2.2	40.1	0.36	0.04	0.09	+ 18	39.0	44.6	16.4
22	219	35.5	20.7	6.3	37.4	0.41	0.14	0.30	— 25	29.9	48.1	22.0
23	410	46.7	11.3	7.6	34.4	0.39	0.16	0.67	+173	57.2	38.7	4.1
24	471	34.9	31.2	2.4	31.5	0.38	0.04	0.07	+245	61.7	30.7	7.6
25	402	40.2	21.5	9.4	28.9	0.55	0.30	0.43	+186	58.6	35.3	6.1
26	350	41.6	26.6	3.7	28.1	0.37	0.11	0.13	+137	54.9	34.6	10.5
27	445	36.8	19.8	2.8	40.6	0.47	—	0.13	+194	57.2	35.5	7.3
28	364	36.2	21.1	1.4	41.3	0.42	0.03	0.06	+114	50.8	40.2	9.0
29	291	33.5	24.3	14.2	28.0	0.42	0.14	0.58	+ 79	48.2	40.8	11.0
30	231	28.5	32.5	16.3	22.7	0.36	0.12	0.50	+ 40	42.9	40.2	16.9
31	230	38.9	19.6	7.7	33.8	0.42	0.24	0.38	— 5	37.6	54.2	8.2
32	248	42.2	19.6	2.3	35.9	0.38	0.18	0.11	+ 4	39.5	52.2	8.3
33	553	47.6	5.7	1.4	45.3	0.45	0.33	0.25	+272	61.7	37.0	1.3
34	323	36.6	18.6	3.7	41.1	0.33	0.16	0.20	+ 72	46.8	43.8	9.4
35	292	36.3	21.1	2.2	40.4	0.33	0.23	0.11	+ 43	43.4	46.5	10.1
36	326	20.0	34.2	4.0	41.8	0.30	—	0.12	+124	50.2	24.6	25.2
37	310	24.1	26.5	12.6	36.8	0.33	—	0.48	+101	48.8	30.7	20.5
38	317	21.9	31.5	10.5	36.1	0.32	—	0.33	+115	50.1	27.7	22.2
39	288	15.5	39.7	5.8	39.0	0.23	0.04	0.15	+103	47.6	21.0	31.4
40	400	30.5	29.3	—	40.2	0.32	—	—	+168	55.1	32.1	12.8
41	395	26.5	31.3	5.7	36.5	0.38	0.09	0.18	+179	56.2	28.5	15.3
42	346	35.8	20.0	5.4	38.8	0.48	—	0.27	+100	49.7	41.3	9.0
43	220	27.7	29.3	16.0	27.0	0.27	0.19	0.55	+ 12	38.4	43.8	17.8
44	311	32.6	25.8	4.0	37.6	0.35	0.05	0.16	+ 76	47.0	40.6	12.4
45	286	29.0	22.7	9.5	38.8	0.29	0.10	0.42	+ 60	44.5	38.3	17.2
46	261	31.8	24.6	11.1	32.5	0.32	0.10	0.45	+ 33	42.0	44.9	13.1
47	214	30.0	28.8	12.7	28.5	0.29	0.08	0.44	0	36.8	47.1	16.1
48	203	28.1	28.0	17.3	26.6	0.25	0.11	0.62	— 3	35.8	45.9	18.3
49	365	41.4	10.0	4.3	44.3	0.37	—	0.43	+ 96	49.4	45.1	5.5
50	386	43.3	11.2	10.3	35.2	0.42	0.16	0.92	+145	54.7	41.7	3.6
51	307	22.3	35.1	2.9	39.7	0.24	0.03	0.08	+100	48.2	28.5	23.3
52	351	30.4	27.7	2.5	39.4	0.36	0.01	0.09	+120	51.1	35.1	13.8
53	354	28.3	26.9	2.8	42.0	0.34	0.01	0.10	+127	51.3	32.4	16.3
54	357	29.2	31.0	3.4	36.4	0.22	0.13	0.11	+133	52.5	33.5	14.0
55	371	30.8	29.5	1.2	38.5	0.43	0.04	0.04	+140	53.0	34.2	12.8
56	276	40.5	20.8	8.0	30.7	0.37	0.25	0.38	+ 53	45.9	46.5	7.6
57	381	35.7	24.9	1.2	38.2	0.41	0.06	0.05	+136	53.0	38.6	8.4
58	309	26.5	32.2	3.7	37.6	0.32	0.06	0.11	+ 92	48.0	33.6	18.4
59	329	25.1	31.4	3.6	39.9	0.31	0.04	0.11	+114	49.9	30.5	19.6
60	381	34.3	28.7	2.2	34.8	0.42	0.08	0.07	+143	53.9	37.5	8.6
61	353	32.8	23.9	2.2	41.1	0.35	0.06	0.09	+114	50.5	37.4	12.1

Dal Quadro V si deduce il seguente schema riassuntivo per la classificazione delle rocce analizzate da altri Autori:

Serie normale

magmi leucogranitici:

n^1 : 23 - 50

magmi granitici:

n^1 : 17 - 25 - 29

magmi trondhjemitici:

n^0 : 26

Serie potassica

magmi granitico-leucosienitici: n^0 25

magmi juvitici: n^1 : 22 - 31 - 32

magmi granitico-sienitici: n^1 : 20 - 31

Serie sodica

magmi granitici:

n^1 : 19 - 21 - 27 - 28 - 32 - 33 - 34 -
35 - 42 - 45 - 46 - 49 - 57 - 61

magmi evisitici:

n^1 : 19 - 21 - 24 - 27 - 28 - 36 - 37 -
38 - 39 - 40 - 41 - 44 - 45 - 51 - 52 -
53 - 54 - 55 - 57 - 58 - 59 - 60 - 61

magmi sienitico-sodici:

n^1 : 18 - 24 - 30 - 43 - 46 - 47 - 48 - 60

magmi subplagiofajitici: n^0 : 56

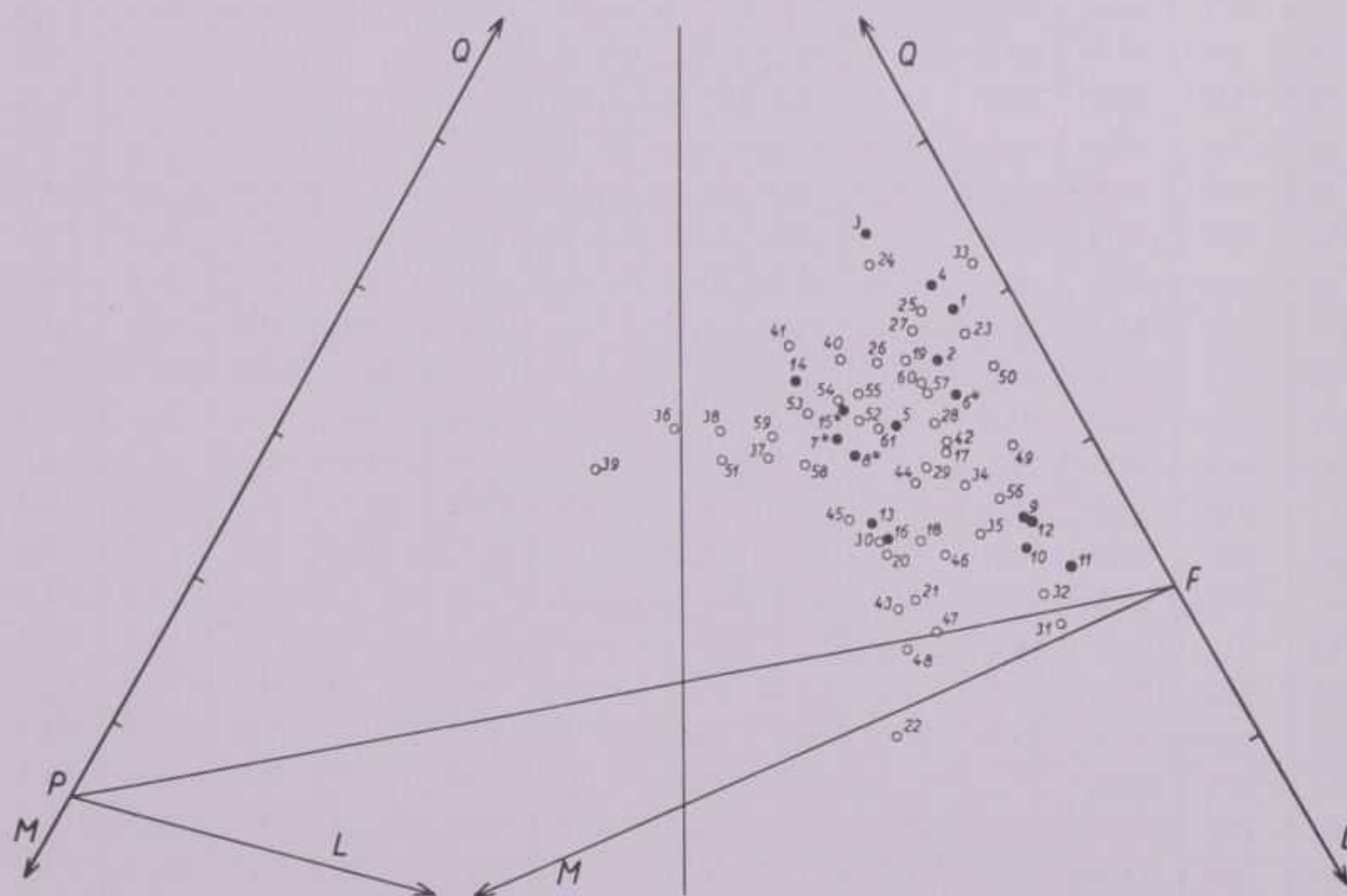


FIG. 7. - Diagramma Q - L - M

- rocce studiate da O. HIEKE MERLIN
- rocce studiate da Autori vari

E' evidente che la maggior parte delle rocce deriva da magmi acidi di serie alcalino-sodica, alcune da magmi di serie alcalino-calcica, altre poche entrano decisamente in serie alcalino-potassica. Un certo carattere potassico si ritrova però anche in facies di altre serie (in quelle il cui numero d'ordine, nello schema soprariportato, è sottolineato).

Nel complesso si riscontra che: le lipariti rientrano nei gruppi dei *magmi leucogranitici*, *granitici* e *trondhjemitici* di serie normale; le lipariti alcaline si localizzano fra tipi di *magmi granitici sodici*; le rocce liparitiche, a carattere più o meno marcatamente comenditico, assumono una posizione di transizione fra tipi del gruppo *magmatico granitico* e del gruppo *evisitico di serie sodica*, mentre le facies a carattere pantelleritico per i coefficienti delle formule bene s'inquadrano fra tipi di *magmi evisitici*; le trachiti sono confrontabili con tipi di *magmi sienitico-sodici* oppure, qualora abbiano carattere potassico, con tipi di *magmi juvitici* e *granitico-sienitici di serie potassica*.

Passando ora all'osservazione del diagramma triangolare Q-L-M (fig. 7, pag. 40) si nota, come ho già messo in evidenza precedentemente per le lave da me studiate, che la quasi totalità dei punti rappresentativi delle rocce in questione viene a trovarsi al di sopra della linea di saturazione P-F, il che sta a rilevare il loro carattere acido. I punti di pochi tipi trachitici si trovano o molto vicino (n. 32, 47) o appena sotto (n. 31, 48) alla linea stessa. La sola trachite sanidinica a carattere potassico dei dintorni di Bubbè, analizzata da COMUCCI (Bibl. 12) se ne distacca fortemente, superando anche il segmento F-M; tuttavia fra i componenti della « molecola base » di questa roccia gli elementi leucocratici prevalgono su quelli melanocratici.

Si accostano invece alla mediana verticale (n. 37, 38, 51, 59) le facies a carattere pantelleritico e arrivano a superarla quelle, in cui questo carattere è particolarmente marcato, come avviene per le due ossidiane del Fantalè (una campionata a nord n. 36, l'altra a sud n. 39 di questo vulcano), analizzate da Lacroix (Bibl. 26).

RIEPILOGO E CONCLUSIONI

Come ho già precisato nella parte introduttiva della presente memoria, le vulcaniti acide da me studiate provengono da formazioni vulcaniche di età e giacitura diverse delle regioni di Addis Abeba, dell'Altipiano Hararino e della Dancalia Meridionale.

Cronologicamente la comparsa delle prime rocce effusive acide di tipo liparitico e trachiliparitico, sotto forma di intercalazioni fra basalti e tufi, si fa risalire alla serie di Magdala (parte superiore della serie trappica); i domi, le guglie, le creste di rocce acide fluidali che si rinvencono superiormente sono attribuibili invece alla serie di Aden (probabilmente neogenica); mentre sono considerati quaternari o neocenici i con vulcanici isolati e le altre manifestazioni effusive più recenti.

Per la grande variabilità di struttura e di composizione mineralogica, oltre che per il prevalere del vetro in alcune facies, ho basato la classificazione delle rocce essenzialmente sui loro caratteri chimici.

L'aspetto macroscopico di queste vulcaniti è molto vario: accanto a tipi compatti finemente granulari, talora a tessitura fluidale, più o meno intensamente colorati (in roseo-violaceo, bruno, grigio-verdastro) variegati e chiazziati di prodotti ocracei, si rinvencono tipi ad evidente struttura porfirica e facies ossidianoidi lucenti, nere, vetrose,

a frattura concoide, vacuolari. Per le rocce finemente granulari la microstruttura è spesso sferulitica. Nei tipi invece porfirici i fenocristalli sono inclusi in masse di fondo vetrose, petroselciose, microfiriche spesso fluidali. Nelle ossidiane si passa da tipi integralmente vetrosi ad altri parzialmente devetrificati con microcristalliti.

Le sferuliti delle facies fluidali, costituite da aggregati di fibrille con distribuzione a raggiera, di rado totalmente vetrose per lo più di composizione ortoclasico-calcidonica, sono incluse in un cemento quarzoso-feldispatico da micro fino a criptocristallino. Tipici esempi di queste strutture sono offerti dalle lipariti dei Mil Millacat, dell'alto Borchenna, di Bio Caboba e di Sardò (foto 1-4, Tav. I).

Fra i componenti sialici, presenti sotto forma di fenocristalli più o meno sviluppati ed idiomorfi, troviamo: il quarzo, l'ortoclasio, il sanidino, l'anortoclasio ed i plagioclasti acidi, minerali che presentano le abituali caratteristiche cristallografico-ottiche. Si nota che l'ortoclasio, poco frequente, è del tutto subordinato al sanidino e all'anortoclasio ed è talora intimamente associato a quest'ultimo. Così nella liparite della Conca di Mofà nell'alto Borchenna n. 2 si trovano individui feldispatici con nucleo a composizione ortoclasica e bordo a composizione anortoclasica, per evidente processo di accrescimento secondario.

L'anortoclasio è reso generalmente manifesto dalla fitta evanescente geminazione di tipo albitico secondo $\{010\}$, a cui si associano talora o la geminazione Carlsbad o la Baveno; ad esempio nella trachiliparite sodica di Debra Brean n. 11 sono frequenti vistosi elementi anortoclastici geminati secondo la legge di Baveno (foto n. 1, Tav. III).

Le miscele plagioclastiche, presenti solo in alcune rare facies, sono del tutto subordinate agli altri componenti feldispatici: compaiono per lo più in tavolette microlitiche o in listerelle un po' più sviluppate; di rado in fenocristalli geminati e leggermente zonati. La loro composizione, albitica nelle facies molto acide a carattere comenditico, come ad esempio nella liparite di Ucciali n. 3, passa ad andesinica nella trachiliparite del lago Haic n. 10 e nella trachite di Val Gumà n. 16.

Fra i componenti femici troviamo vari termini dei gruppi degli anfibioli, dei pirosseni, dell'enigmatite sia in cristalli idiomorfi di prima generazione sia in individui minuti aciculari di seconda generazione.

A rappresentare il gruppo degli anfibioli si rinvennero: l'orneblenda bruna nella liparite comenditica della sponda sud-ovest del Lago Haic n. 4; la barkevikite, presente in minuti elementi nella liparite comenditica di Ucciali n. 3 ed in più sviluppati cristalli nella trachiliparite alcalina di Miesso n. 14. In quest'ultima facies si associa alla barkevikite un termine riebeckitico, sotto forma di estrema zonatura nei più sviluppati individui barkevikitici o in minuti prismetti e aggregati di granuli nel fondo.

I pirosseni, più frequenti negli anfibioli, si trovano sia in elementi, più o meno sviluppati, idiomorfi sia in granuli: si tratta di miscele augitico-egiriniche di composizione varia che possono giungere fino a tipi decisamente egirinici. Come termini estremi osservati possiamo ricordare da un lato il pirosseno a composizione augitica con tendenza verso l'augite egirinica ($c:\gamma = 56^\circ$ e lieve tinta verdognola) dell'ossidiana liparitico-comenditica del Monte Agelù n. 7, e dall'altro i piccoli individui di egirina nella trachiliparite alcalina di Miesso n. 14. In questa roccia sono caratteristici anche i

fenocristalli zonati di augite-egirinica con bordo egirinico ($c:\alpha$ da 20° nell'interno a pochi gradi al bordo).

Ad attestare la netta alcalinità di alcune facies concorre la presenza fra i costituenti mineralogici di cossirite, termine del gruppo dell'enigmatite. Nella liparite comenditica della strada Addis Abeba - Moggio n. 5 ad aghetti egirinici si associano granuli cossiritici, mentre nella sopracitata lava di Miesso n. 14 e nella corrispondente ossidiana tufacea n. 15 questo minerale si associa ad anfiboli e pirosseni sotto forma di individui ben sviluppati ad abito prismatico idiomorfo con intensi toni di pleocroismo dal bruno rosso al bruno nero.

Oltre ai normali accessori, costituiti da aciculi di apatite e da granuli di magnetite, si ritrova molto diffusa in alcune facies l'ematite. Nella liparite sferulitica della Conca di Mofa n. 2 questo componente è abbondantissimo e si presenta talora in lamelle distinte e più spesso in aggregati fibrosi e raggiati, di colore sanguigno a luce riflessa, con fratture trasversali agli aciculi; nelle trachilipariti dei monti Ellis (n° : 12 e 13) trovasi invece sotto forma di finissima granulazione o di chiazze criptocristalline di colore rosso sanguigno, più o meno trasformate in limonite.

Come componente accessorio è stata riscontrata inoltre la presenza del tutto eccezionale di granuli olivinici (all'88% in fajalite) nella trachiliparite di Miesso n. 14; ho già avuto modo di rilevare che un bordo di pirosseno augitico-egirinico come guaina ha protetto questi granuli olivinici di prima formazione da fenomeni tardivi di riassorbimento magmatico.

Le ricerche chimiche da me condotte su 16 rocce hanno messo in luce il carattere generalmente acido e talora notevolmente persilicico delle facies prese in esame, che sono inoltre risultate sempre relativamente ricche in alcali e in ossidi di ferro: caratteri che si accentuano, determinando una riduzione nel contenuto di allumina, in alcune facies di tipo comenditico e pantelleritico.

Sono stati individuati, accanto a lipariti normali (rappresentate dalle rocce dei Mil Millicat n. 1 e del Borchenna n. 2), vari altri tipi petrografici: lipariti e ossidiane a carattere comenditico (Ucciali n. 3, Lago Haic n. 4, Addis Abeba - Moggio n. 5, Sardò n. 6*, Monte Agelù n. 7*, Entotto n. 8*), trachilipariti sodiche (Gauani n. 9, Lago Haic n. 10, Debra Brean n. 11), trachilipariti potassiche (Monti Ellis n° 12 e 13), trachilipariti e ossidiane a carattere pantelleritico-comenditico (Miesso n° : 14 e 15*) ed infine trachiti sodiche (Val Gumà n. 16).

La classificazione, sulla base dei tipi magmatici NIGGLI, delle 16 rocce analizzate ha messo in evidenza per la maggior parte di esse la derivazione da magmi di serie alcalino sodica, benchè molte di queste stesse facies presentino una certa tendenza potassica. Le sole lipariti dei Mil Millicat n. 1 e del Borchenna n. 2 si possono considerare derivate da magmi di serie alcali-calcica (nonostante l'alto contenuto di potassio della prima di queste due lipariti) ed invece le sole due trachilipariti dei Monti Ellis (n° 12 e 13) si possono far derivare da magmi di serie alcalino-potassica.

Le caratteristiche più significative della differenziazione magmatica di questo gruppo di rocce, sono messe particolarmente in luce dai vari diagrammi delle figg. 2-6 che vennero già commentati nei loro motivi essenziali.

Un quadro di differenziazione più completo, che però non modifica questi motivi fondamentali, deriva dalla considerazione, assieme alle 16 rocce da me studiate, di 45 rocce descritte da altri Autori. Queste appartengono a varie località delle stesse regioni da me esaminate e di altre contigue zone della Somalia e dell'Altipiano Etiopico.

Dal complesso delle ricerche chimico-petrografiche, dalle formule magmatiche, dai diagrammi e dai quadri riassuntivi già illustrati, risulta chiaro il carattere prevalentemente alcalino, in generale piuttosto sodico, con poche deviazioni a tipi alcali-calcici, delle rocce effusive acide dell'Africa Orientale. La maggior parte di queste rocce si possono considerare infatti derivate da magmi di serie alcalino-sodica, poche da magmi di serie alcali-calcica e poche altre da magmi di serie alcalino-potassica; si è però riscontrata una certa tendenza potassica anche in tipi che sostanzialmente rientrano nelle altre due serie.

Padova, Istituto di Mineralogia dell'Università e Centro Studi di Petrografia e Geologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1952.

BIBLIOGRAFIA

1. ALOISI P. - *Rocce della Colonia Eritrea raccolte dalla Missione Corni-Calciati-Bracciani*. Soc. Toscana Scienze Naturali. Memorie. Vol. XXXVII, pag. 34-54 - Pisa 1926.
2. — *Rocce della Somalia raccolte dalla seconda Missione Stefanini*. Soc. Toscana Scienze Naturali. Memorie. Vol. XXXVIII, pag. 132-157 - Pisa 1927.
3. — *Studio di alcune rocce della Migiurtinia*. Soc. Toscana Scienze Naturali. Memorie. Vol. XLIV - Pisa 1934.
4. ALOISI P. - DE ANGELIS A. M. - *Le rocce della Somalia*. Da: Soc. Geogr. Ital. - *Geologia della Somalia* 2, pag. 136, tav. 15, Zanichelli - Bologna 1938.
5. ARAMBOURG C. - *Les formations éruptives du Turkana (Afrique Orientale)*. C. R. Académie des Sciences, 198, pag. 671-673, 1934.
6. ARSANDAUX H. - *Contribution à l'étude des roches alcalines des l'Est-Africain*. Thèses prés. à la Faculté des Sciences de Paris. Masson et C^{ie}, Éditeurs - Paris 1906.
7. ARSANDAUX H. - NEUVILLE H. - *Résultats pétrographiques du voyage de M. M. de Rothschild dans le pays Somali-Dankali et en Abissinie*. Bulletin Museum histoire naturelle - Paris 1905, n. 3, pag. 204.
8. BURRI C. - NIGGLI P. - *Die jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens*. Erster Hauptteil - Zürich 1945.
9. COMUCCI P. - *Contributo allo studio delle rocce effusive della Dancalia*. Soc. Toscana Scienze Naturali. Memorie. Vol. XXXIX - Pisa 1929.
10. — *Alcune rocce dei dintorni di Addis Abeba (Abissinia)*. Processi verbali Soc. Toscana Scienze Naturali. Vol. XLI - Pisa 1932.
11. — *Note petrografiche sulle rocce raccolte dalla spedizione Cerulli nell'Etiopia Occidentale*. Su: CERULLI E.: *Etiopia Occidentale*. Vol. II, pag. 227-244 - Roma 1933.

12. — *Le rocce della regione di Jubdo (Africa Orientale)*. Accademia Naz. Lincei - Roma 1948.
13. — *Le vulcaniti del Lago Tana (Africa Orientale)*. Accademia Naz. Lincei - Roma 1950.
14. DE ANGELIS M. - *Note di petrografia Dancala*. Atti Soc. Italiana Scienze Naturali. Vol. LXII. 1923.
15. — *Note di petrografia Dancala (II)*. Atti Soc. Italiana Scienze Naturali. Vol. LXIV. 1925.
16. GAUBERT P. - *Sur des échantillons de roches d'Abyssinie rapportés par M. Ch. Michel*. Bull. Muséum Histoire naturelle. 1901, pag. 27.
17. GENNES et BONNARD - *Le roches volcaniques du Protectorat des Somalis*. C. R. Académie Sciences 1900. Band 131, S. 196.
18. GORTANI M. - BIANCHI A. - *Osservazioni geologiche e petrografiche nella regione di Harar (A. O. I.)*. Atti XIII Congresso Geografico Italiano « Boll. Soc. Geol. Ital. », Vol. LVI - Roma 1937.
19. — *Osservazioni geologiche e petrografiche sulla Dancalia Meridionale e zone contermini*. Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. LVII - Roma 1938.
20. — *Nella Dancalia Meridionale*. Boll. R. Soc. Geogr. Ital. Serie VII. Vol. IV - Roma 1939.
21. — *Note illustrative sulla Carta Geologica degli Altipiani Hararini e della Dancalia Meridionale*. Memorie R. Acc. Scienze Istituto - Bologna 1941.
22. HIEKE MERLIN O. - *Alcune ossidiane dell'A. O. I.* Rendiconti S. M. I. Anno I, 1941, n. 3.
23. — *I basalti dell'Africa Orientale*. Memorie Istituti di Geologia e Mineralogia Università Padova - 1950.
24. JEREMINE E. - *Roches volcaniques de la bordure occidentale du lac Rodolphe*. C. R. Académie des Sciences 198, pag. 671-673, 1934.
25. LACROIX A. - *Sur les rhyolites à aegirine et riebeckite du pays des Somalis*. C. R. Académie des Sciences. Tome CXXVIII, pag. 1353 - Paris 1899.
26. — *Les roches hyperalcalines du Massif du Fantalè et du Col de Balla (Abyssinie)*. Dal volume: *Études géologiques en Ethiopie, Somalie et Arabie Meridionale*. Mém. Soc. Géol. de France - N. S. - T. VI - 11 Mém. n. 14 - Paris 1930.
27. MANASSE E. - *Rocce della colonia Eritrea raccolte a sud di Arafali*. Soc. Toscana Scienze Naturali. Processi Verbal. Adunanza 8-5-1904 - Pisa 1904.
28. — *Rocce Eritree e di Aden della Collezione Issel*. Atti Soc. Toscana Scienze Naturali Memorie. Vol. XXIV. 1908.
29. — *Contribuzioni allo studio petrografico della Colonia Eritrea* - Siena 1909.
30. — *Rocce della Somalia Italiana raccolte dalla Missione Stefanini-Paoli 1913*. Memorie Soc. Toscana Scienze Naturali. Vol. XXXI - Pisa 1916.
31. MOLLY E. - *Etudes pétrographiques en Ethiopie: Les problème de l'âge relatif des formations volcaniques*. C. R. Soc. Phys. de Genève, 51, 1934, pag. 49-53.
32. — *Observation sur les roches alcalines d'Abyssinie*. C. R. Soc. Phys. de Genève, 51, 1934, pag. 76-79.
33. PAGLIANI G. - *Pantelleriti e basalti di Gimma (A. O. I.)*. Rendiconti R. Ist. Lombardo Scienze Lettere. Vol. LXXIII-4°. Serie III - Fasc. 1 - Milano 1939-40.
34. PRIOR G. T. - *Riebeckite in Trachyte rocks from Abyssinia*. Miner. Magazine. Vol. XII, pag. 92-95 - London 1900.
35. — *Aegirine and Riebeckite Anortoclase rocks related to the « Grorudite-Tinguaite »*. Series from the neighbourhood of Adowa and Axum, Abyssinie. Miner. Magazine. Vol. XII, pag. 255 - London 1900.
36. REPOSSI E. - *Le rocce eruttive del bacino dello Auabi-Uebi Scebeli*. Dal volume del Duca degli Abruzzi: *L'esplorazione dello Auabi-Uebi Scebeli*. Mondadori - Milano 1932.
37. ROHLEDER HERBERT P. T. - STANSFIELD HITCHEN C. - *Vulkanologische Beobachtungen Länge der Bahnlinie Addis Abeba-Dijbouti*. Zeitschrift für Vulkanologie. B. XII, n. 4 - Berlino 1930.

INDICE

INTRODUZIONE	Pag.	3
STUDIO CHIMICO - PETROGRAFICO DELLE PRINCIPALI FACIES	»	4
CHIMISMO E DIFFERENZIAZIONE MAGMATICA DELLE ROCCE STUDIATE	»	24
RICERCHE DI ALTRI AUTORI SULLE VULCANITI ACIDE DEL- L' AFRICA ORIENTALE	»	35
RIEPILOGO E CONCLUSIONI	»	41
BIBLIOGRAFIA	»	44

TAVOLA I.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

1. - *Liparite, Sardò nell'Aussa*. Evidente struttura microsferulitica. Rari inclusi sanidinici spiccano nella massa di fondo, costituita in prevalenza da sferuliti vetrose od ortoclasico-calcedoniose riunite in catene. (Nicols paralleli; ingr. 28 x).
2. - *Liparite, a nord-est di Bio Caboba lungo la strada Aiscia-Sciaveli*. Manifesta struttura fluidale: le fibre ortoclasico-calcedoniose formano nastri, volute e microsferuliti. (Nicols paralleli; ingr. 42 x).
3. - *Liparite, catena dei Mil Millacat*. Minuto aggregato sferulitico. Risulta chiara nelle sferuliti la distribuzione raggiata delle esili fibre di ortoclasio e calcedonio; il cemento di fondo molto minuto, granulare è di natura quarzoso-feldispatica. (Nicols incrociati; ingr. 35 x).
4. - *Liparite, conca di Mofà nell'alto Borchenna*. Nella massa sferulitica, aggregato di esilissime fibrille di ortoclasio e calcedonio a disposizione radiale, spiccano fenocristalli feldispatici talora fortemente riassorbiti. (Nicols incrociati; ingr. 26 x).



FIG. 1



FIG. 2

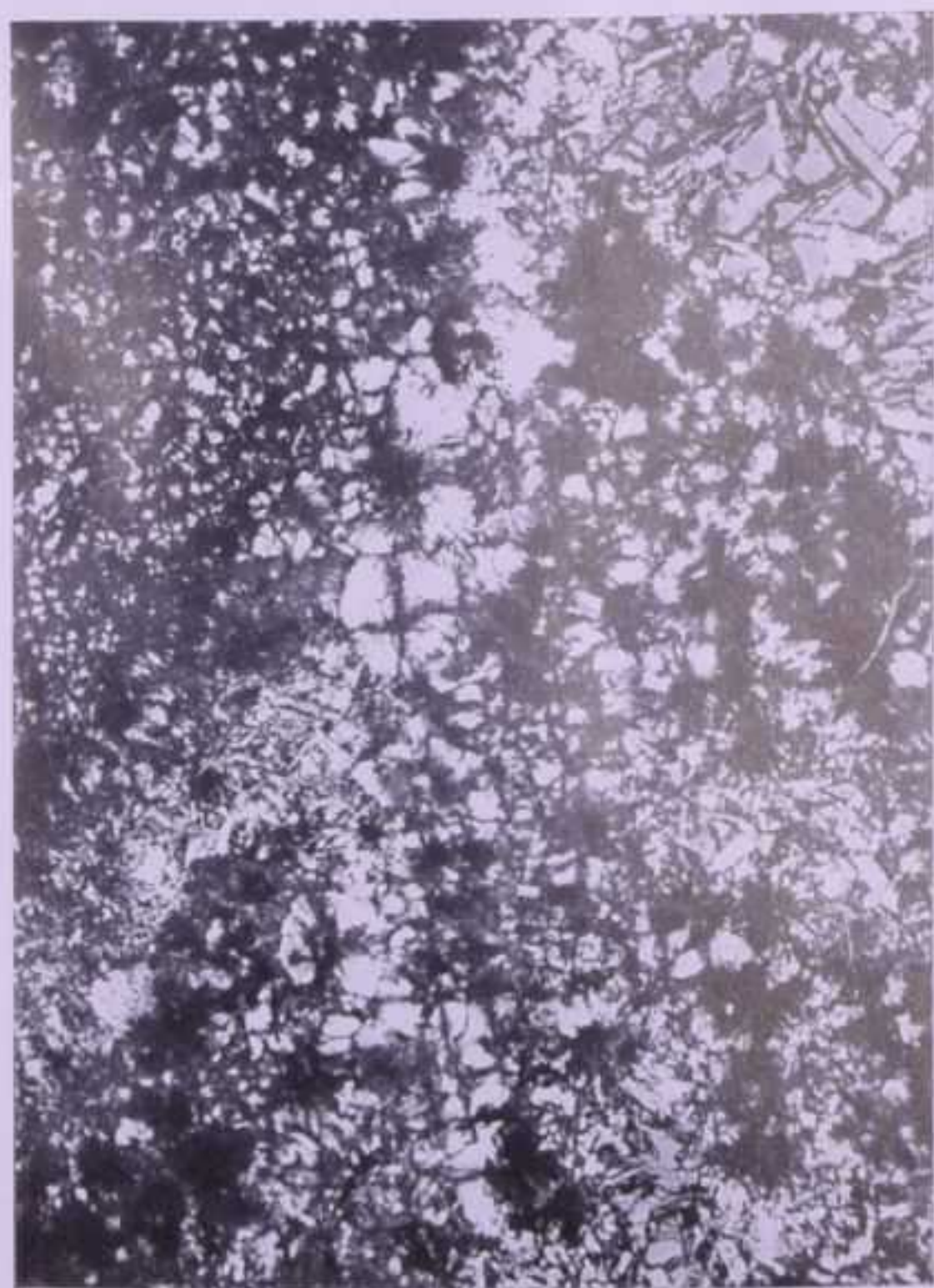


FIG. 3



FIG. 4

TAVOLA II.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

- 1-2. - *Liparite comenditica, sponda sud-ovest Lago Haic.* Spiccano sul fondo petroselcioso ad andamento fluidale grossi interclusi di quarzo e di feldispato e minori elementi di orneblenda bruno-violacea. (Nicols paralleli; ingr. 30 x).
3. - *Ossidiana comenditica, Monte Agelù.* Nella massa fondamentale dal netto andamento fluidale, costituita da abbondantissimi cristalliti in cemento vetroso, campeggiano rari elementi idiomorfi di anortoclasio e di magnetite. (Nicols paralleli; ingr. 37 x).
4. - *Trachiliparite sodica, Lago Haic - Strada Dessiè-Quoram.* Struttura nettamente porfirica. Chiaro è il contrasto fra i fenocristalli plagioclasici ed il fondo cristallino cosparso di una finissima dispersione magnetica. (Nicols paralleli; ingr. 26 x).



FIG. 1

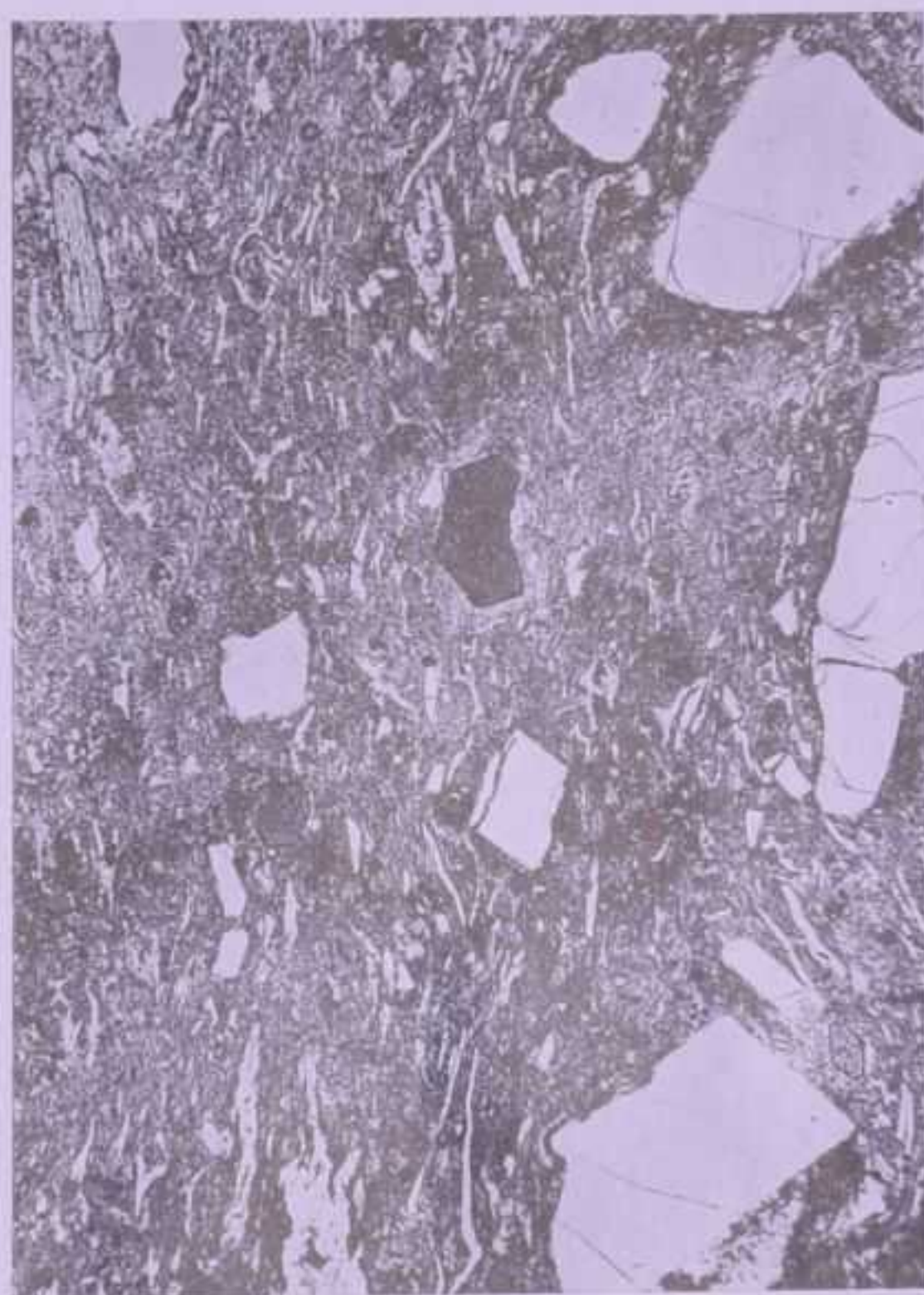


FIG. 2

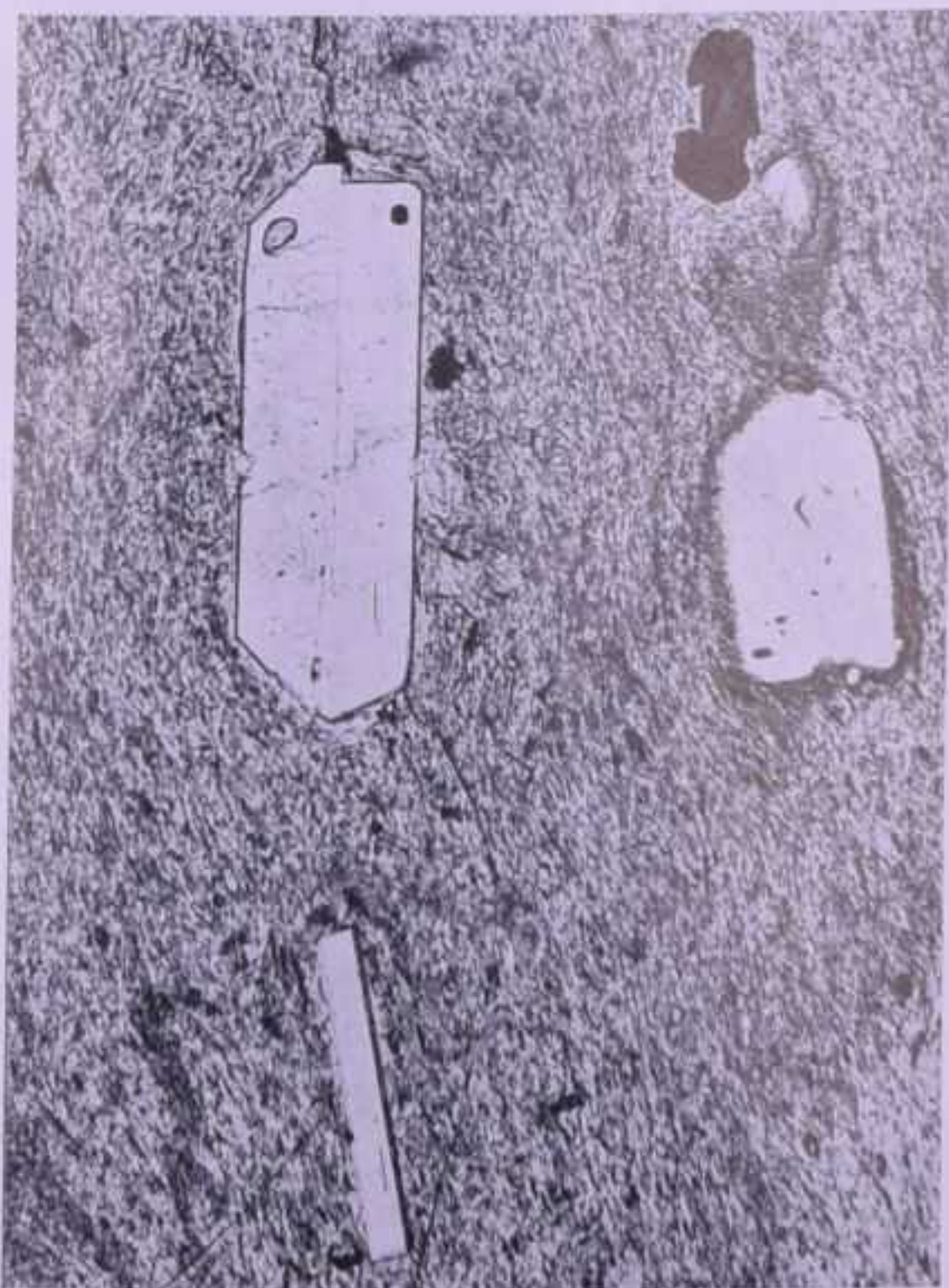


FIG. 3

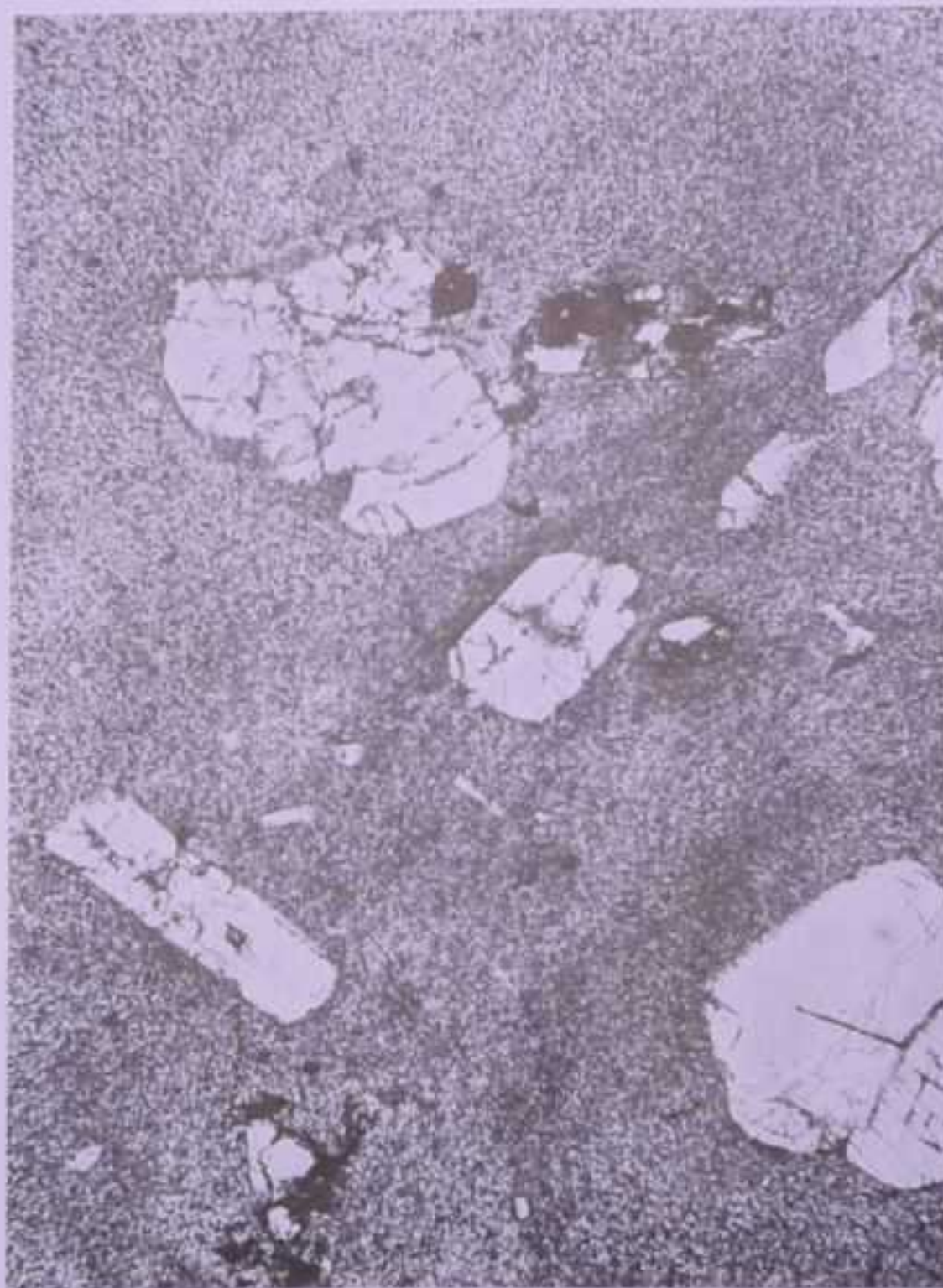


FIG. 4

TAVOLA III.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III.

1. - *Trachiliparite sodica, Debra Brean*. Struttura tipicamente porfirica con vistosi interclusi di anortoclasio, a geminazione Baveno, e minori elementi idiomorfi di augite immersi in un aggregato di fondo prevalentemente feldispatico, con accenni ad orientamenti fluidali. (Nicols incrociati; ingr. 24 x).
2. - *Trachiliparite alcalino-potassica, estremità sud-est Monti Ellis*. Nell'aggregato fondamentale feldispatico, con tessitura di tipo trachitico, vistosi cristalli di sanidino a geminazione Carlshad. (Nicols incrociati; ingr. 21 x).
3. - *Trachiliparite alcalino-potassica, estremità sud-ovest Monti Ellis*. Nella massa fondamentale a tessitura fluidale, dovuta all'orientamento degli elementi feldispatici nel molto vetro, sono immersi inclusi idiomorfi di sanidino. (Nicols paralleli; ingr. 28 x).
4. - *Trachiliparite comenditico-pantelleritica di Meheso*. Netto è il contrasto degli elementi sialici di quarzo e sanidino e degli elementi colorati pirossenici con l'aggregato di fondo olocristallino, costituito da minutissimi elementi feldispatici e pirossenici. (Nicols paralleli; ingr. 26 x).



FIG. 1

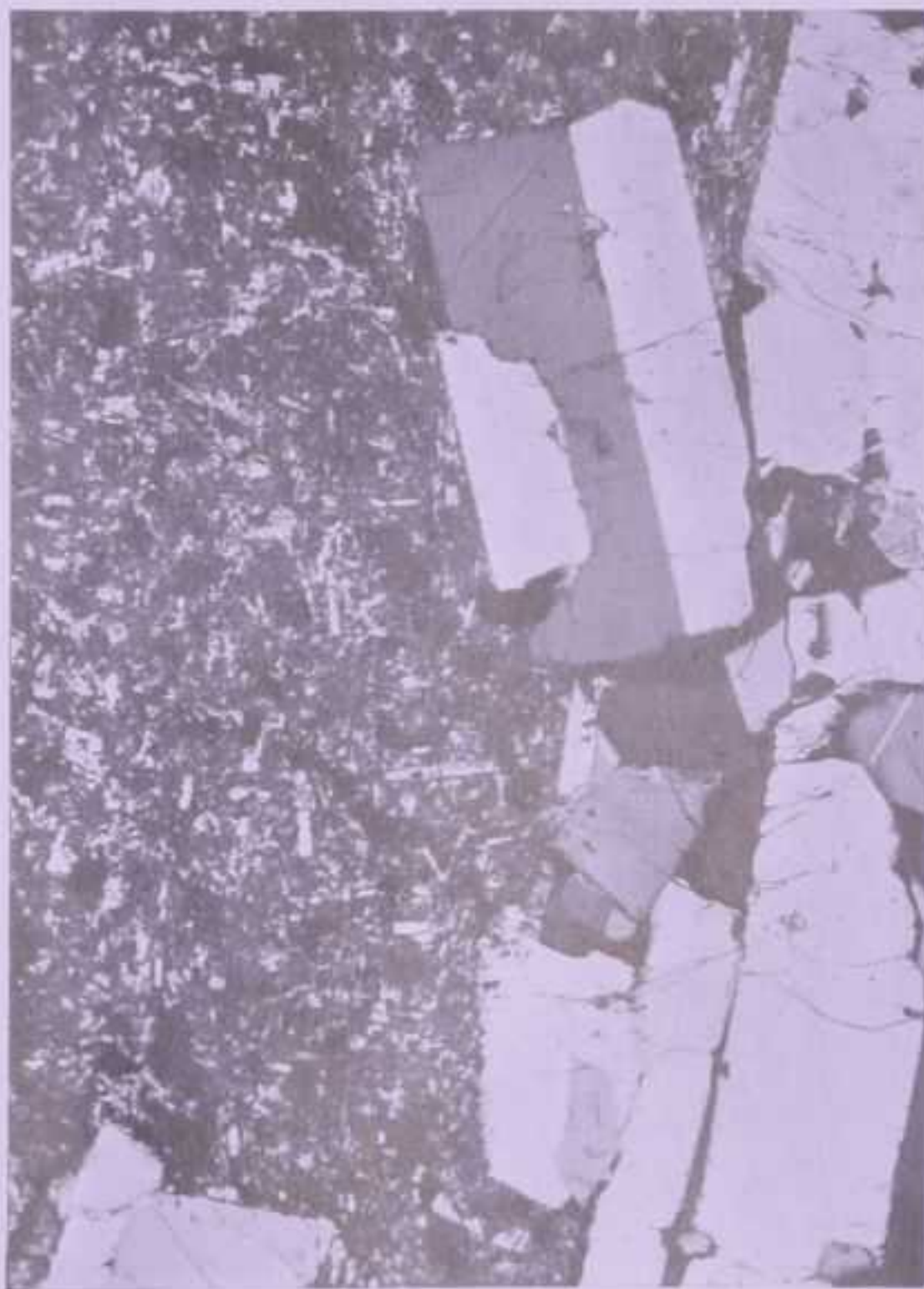


FIG. 2



FIG. 3



FIG. 4

