

MARINO MARTINI

STUDIO DI PRODOTTI FUMAROLICI
DI ALCUNI VULCANI DELLA CATENA DELL'ERTA ALE
(ETIOPIA)

RIASSUNTO. — Nella catena dell'Erta Ale l'attività vulcanica attuale è risultata più estesa di quanto non apparisse dalle vecchie descrizioni.

Oltre infatti all'Erta Ale vero e proprio, sono risultati in attività fumarolica anche i vulcani Gada Ale (Khebrit Ale), Borale Ale, Ale Bagu, Alu, Dallafilla.

Di questi l'autore ha potuto campionare i prodotti di Gada Ale, Erta Ale, Alu, Dallafilla.

Si danno i principali costituenti riscontrati ed alcune considerazioni sulla loro origine.

ABSTRACT. — The actual volcanic activity in the Erta Ale ridge is more widespread than described in previous works.

Besides the Erta Ale volcano, also the Gada Ale (Khebrit Ale), Borale Ale, Ale Bagu, Alu, Dallafilla volcanoes are in fumarolic activity.

Fumarolic products of Gada Ale, Erta Ale, Alu, Dallafilla were studied.

The principal components of emanations and some considerations about their origin are given.

RÉSUMÉ. — Dans la chaîne de l'Erta Ale l'activité volcanique présente est plus répandue qu'elle apparaît être suivant les vieilles descriptions.

Outre l'Erta Ale proprement dit, aussi les volcans Gada Ale (Khebrit Ale), Borale Ale, Ale Bagu, Alu, Dallafilla, sont en activité fumerolienne.

On a ramassé échantillons des fumerolles de Gada Ale, Erta Ale, Alu, Dallafilla.

On donne ici les principaux constituants et quelques considérations sur leur origine.

Già nelle descrizioni dei viaggiatori del secolo scorso ricorreva il nome di Erta Ale per indicare un vulcano attivo di non ben precisata posizione nel bassopiano dancaleo, ed anzi si avevano localizzazioni discordanti fra loro di parecchi chilometri.

Dainelli e Marinelli (1) riassunsero così i dati raccolti fino ad allora:

« Oltre al nome di Erta-Alè (monte che fuma) esso porta anche quelli di Hesàt-Agomarà (fuoco di Gomorra) di Alì Bogò e di Ginna Alé (monte dei geni); esso sorge ad una trentina di Km a sud dell'Alel Bad, nel paese di Deròm o Roròm, ad una latitudine di circa 13°45' e a una longitudine di circa 40°35' orientale di Greenwich; il monte non sembra isolato, ma far parte di una giogaia con varie punte, la base del vulcano è a circa — 75 metri, quella del cono eruttivo a circa 450 e la sommità a 550 metri d'altitudine; ai piedi del vulcano si trovano bombe; le sue falde sono costituite da colate di lava; dalla sua cima escono vapori bianchi di natura non precisata ».

Come si può vedere dalla fig. 1, le notizie riportate non si riferiscono ad un solo cono vulcanico, ma a punti diversi dell'intera catena. Solo dopo la missione di Nesbitt, Pastori e Rosina (10), che attraversarono da Sud a Nord l'intera depressione, si è potuto avere una descrizione più accurata, grazie agli schizzi tracciati da Nesbitt sul suo quaderno di viaggio. L'itinerario di Nesbitt era parallelo alla catena dell'Erta Ale, ma a vari chilometri di distanza, e quindi gli schizzi non abbondano di particolari; i disegni però sono importanti soprattutto perchè indicano chiaramente il profilo longitudinale dell'intera catena nella quale spiccano tre punti diversi di attività vulcanica, testimoniata dall'emissione di dense nubi di vapori.

Nel corso della missione organizzata dall'Istituto Internazionale di Ricerche Vulcanologiche con contributi finanziari del Consiglio Nazionale delle Ricerche e del Conseil National de la Recherche Scientifique, nel gennaio-febbraio 1968, è stato possibile effettuare una ricognizione più dettagliata dei vari centri attuali di attività vulcanica.

Questi sono Gada Ale (Khebrit Ale), Borale Ale, Ale Bagu, Alu, Dallafilla, tutti in attività fumarolica più o meno intensa, ed Erta Ale in evidente fase di attività, anche se ciò non si è manifestato durante il corso della nostra missione (1).

(1) Secondo più recenti informazioni (G. Marinelli, comunicazione personale) nel cratere centrale vi è un piccolo lago di lava incandescente.

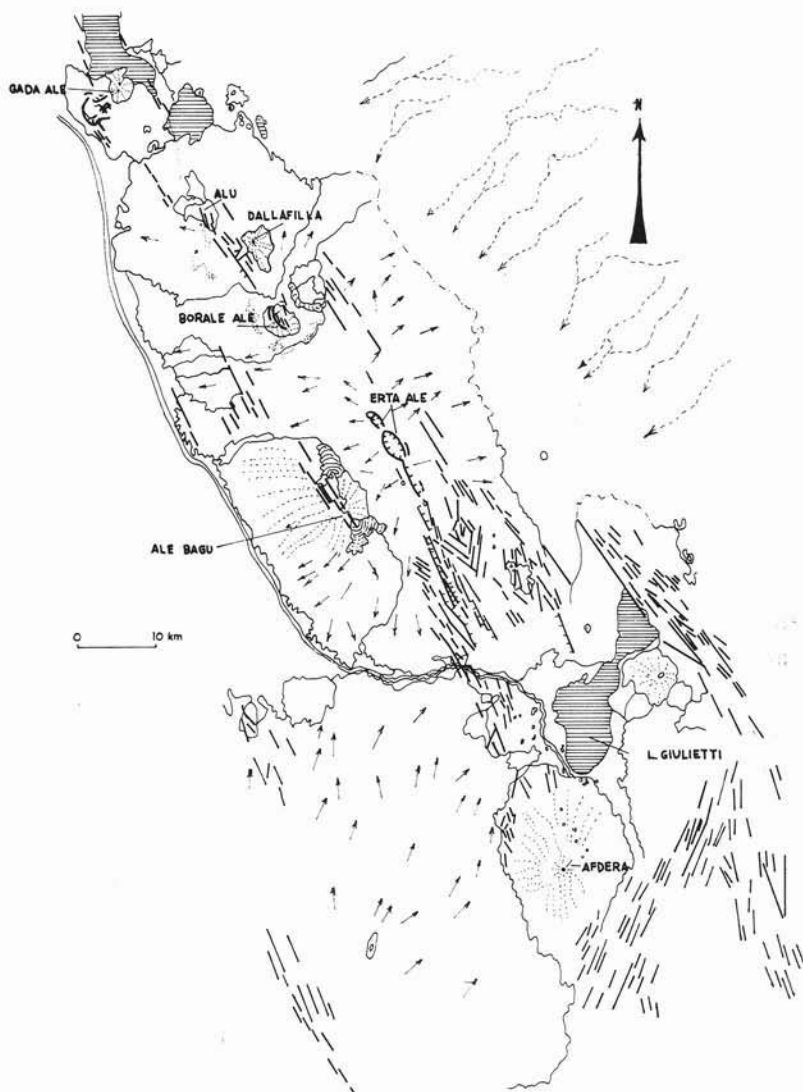


Fig. 1. — Vulcani della catena dell'Erta Ale.

E' stato possibile raccogliere i prodotti di tutti i centri di attività, tranne il Borale Ale e l'Ale Bagu, ed i risultati delle analisi effettuate sono descritti in seguito; un lavoro più approfondito è stato per ora impedito dalle caratteristiche climatiche e di terreno, che hanno reso oltremodo difficile l'avvicinamento alle manifestazioni vulcaniche.

Raccolta campioni e metodi sperimentali.

Oltre alla raccolta di campioni di sublimati depositati intorno alle bocche delle fumarole, particolare cura è stata dedicata all'analisi ed alla raccolta dei gas costituenti le fumarole stesse.

E' stato effettuato il dosaggio immediato di H_2S , H_2O , CO_2 , mediante tubi di analisi Draeger (2), mentre si sono raccolti campioni degli stessi gas per effettuare il dosaggio di altri costituenti, le cui operazioni possono condursi solo con l'ausilio di un laboratorio.

In particolare, per prelevare campioni da sottoporre al dosaggio di HF , HCl , H_3BO_3 , H_2SO_4 , si è aspirato il gas in tubetti di vetro, contenenti un miscuglio di quarzo, carbonato potassico e metilarancio. Il progressivo colorarsi in rosso dell'indicatore dà una prima idea della quantità totale di gas acidi, e consente di regolare il prelievo in modo da non giungere alla completa saturazione (2).

In laboratorio il contenuto del tubetto viene disciolto in acqua distillata, previa distruzione mediante riscaldamento dell'indicatore, e separazione del quarzo; si effettuano quindi le seguenti determinazioni:

Cl^- mediante il classico metodo di Volhard;

F^- con il metodo colorimetrico basato su una lacca di alizarinversenato di lantanio (4);

H_3BO_3 con il metodo che utilizza 1-1'-diantrimide (5);

SO_4^{2-} mediante turbidimetria dopo aggiunta di $BaCl_2$.

L'identificazione delle fasi cristalline costituenti i sublimati raccolti è stata effettuata per via diffrattometrica a raggi X.

E' stato utilizzato un diffrattometro XRD-5 GE, con le seguenti condizioni di lavoro:

Radiazione	CuK α
Velocità di rotazione del goniometro	2°/min
Alimentazione	15 mA 45 KVP
Sensibilità	500 CPS fondo scala
Costante di tempo	2,3 sec.

Risultati analitici.

Sono qui descritti, separatamente per ogni vulcano, i risultati delle analisi effettuate sui sublimati; per l'Alu vengono riportati anche i dati ottenuti per la composizione fondamentale dei gas che a tali sublimati danno origine.

Viene data anche una breve descrizione dei centri di attività.

Gada Ale (Khebrit Ale).

Apparentemente non in attività; si nota solo una larga chiazza chiara alla sua sommità. E' stato appurato che si tratta dei prodotti di alterazione della lava, completamente fumarolizzata; solo la temperatura di questa fanghiglia, oltre 70°C, denota la persistenza dell'attività fumarolica, altrimenti non rilevabile.

Fra i prodotti raccolti, l'indagine diffrattometrica ha rivelato la presenza di solfo, quarzo, opale ed anidrite.

In tabella I sono riportati i riflessi ottenuti per il campione 3 in esame, in confronto con quelli minimi e massimi relativi ad opal-tridimite (opali ordinati) (3).

TABELLA I.

d_{hkl}	I/I_0	d_{hkl}	I/I_0
4,25	54	4,26-4,32	25-35
4,08	100	4,07-4,11	100
2,502	12	2,48-2,50	7-27
2,05	2	2,05-2,08	2-8

TABELLA II.

d_{hkl}	I/I_0	d_{hkl}	I/I_0
		3,87	6
3,50	100	3,498	100
2,86	27	2,849	33
		2,473	8
		2,328	22
2,208	16	2,208	20
		2,183	8
		2,086	9
		1,993	6
		1,938	4
1,88	18	1,869	15
		1,749	11
		1,594	3
		1,564	5
		1,490	5
campione 4		anidrite:	A.S.T.M. 6/0226



Fig. 2. — Dallafilla, visto da ovest.

Dallafilla.

Dalla perfetta morfologia conica, ha una debole attività fumarolica nella parte sommitale (fig. 2); i sublimati qui raccolti, costituiti essenzialmente di sassolite e coquimbite, indicano che la temperatura dei gas è inferiore a 100°C.

Nelle tabelle seguenti sono confrontati i diffrattogrammi teorici con quelli ottenuti sperimentalmente; per la coquimbite si sono calcolate anche le costanti della cella elementare.

TABELLA III.

I/I_0	d_{hkl}	d_{hkl}	I/I_0
6,11	< 10	6,04	20
		5,91	< 10
4,51	< 10	4,60	< 10
4,21	< 10	4,21	< 10
4,07	< 10	4,06	< 10
3,52	45	3,52	< 10
3,17	100	3,18	100
3,04	< 10	3,03	10
2,96	< 10	2,95	< 10
2,86	< 10	2,84	< 10
2,739	< 10	2,72	< 10
2,655	< 10	2,64	10
2,57	< 10	2,56	< 10
campione 5		sassolite:	A.S.T.M. 9/335

TABELLA IV.

d_{hkl}	I/I_0	d_{hkl}	I/I_0
9,53	11	9,44	40
8,50	70	8,52	20
8,32	100	8,26	100
6,36	7	6,34	6
5,49	49	5,45	64
4,76	20	4,72	22
4,61	32	4,60	44
3,64	64	3,64	42
3,59	7	3,58	14
3,51	12	3,50	34
3,36	73	3,36	62
3,11	20	3,10	26
3,03	33	3,03	32
2,76	73	2,759	76
2,52	35	2,538	24
2,38	12	2,383	12
		2,303	26
1,944	7	1,941	14
1,86	20	1,858	20
		1,821	28
1,785	20	1,780	18
1,769	10	1,767	14
		1,701	6
1,678	12	1,682	8
$a_0 = 10,96$		$a_0 = 10,87$	
$c_0 = 16,98$		$c_0 = 17,06$	
campione 6		coquimbite $Fe_2(SO_4)_2 \cdot 9 H_2O$	
		A.S.T.M. 6/0040	

Erta Ale.

La sua morfologia è piuttosto complessa, come può vedersi dalle figg. 3 e 4. I sublimati raccolti sono costituiti da solfo e pickeringite; di quest'ultima riporto il diffrattogramma, per confronto con quello teorico.

TABELLA V.

d_{hkl}	I/I ₀	d_{hkl}	I/I ₀
9,59	14	9,70	5
7,89	13	8,00	18
		7,12	4
		6,73	4
6,05	21	6,08	20
		5,87	10
		5,31	14
4,95	23	4,97	20
4,80	100	4,82	100
		4,69	10
4,60	25	4,62	14
4,37	17	4,40	14
4,30	56	4,32	35
4,175	39	4,18	20
4,11	44	4,12	30
3,96	24	3,97	20 B
3,78	29	3,79	30
3,64	26	3,67	6
3,50	95	3,51	90
		3,459	12
		3,344	12
3,27	14	3,285	12
3,16	21	3,182	10
3,04	19	3,05	8 B
		3,03	6 B
		2,978	10
2,89	27	2,898	20
2,83	19	2,836	14
		2,788	10
2,764	20	2,766	10
2,717	14	2,72	8 B
2,68	25	2,687	20
2,60	14	2,618	8 B
2,55	23	2,56	10 B
		2,52	6 B
2,467	9	2,47	8 B
		2,40	8 B

campione 8

pickeringite $MgAl_2(SO_4)_2 \cdot 22 H_2O$
A.S.T.M. 12/299



Fig. 3. — Erta Ale; cratere principale visto da SE.

Alu.

Un vasto campo di fumarole occupa quasi interamente una parete subverticale il cui andamento è parallelo alla frattura che ha dato origine a recenti effusioni laviche. L'attività è assai intensa e dense nubi di vapori avvolgono le bocche delle fumarole (fig. 5); già ai tempi della traversata di Nesbitt (1928) si aveva una altrettanto intensa attività, testimoniata dai disegni dello stesso, il quale poteva distinguere da qualche decina di chilometri di distanza le medesime dense nubi di vapori.

Lo studio effettuato su cinque fumarole diverse, ha consentito di determinare che la temperatura cresce dai 135°C dei punti più esterni fino ai 221°C della fumarola più calda e più centrale rispetto al campo intero, fra quelle potute avvicinare. La composizione dei prodotti varia

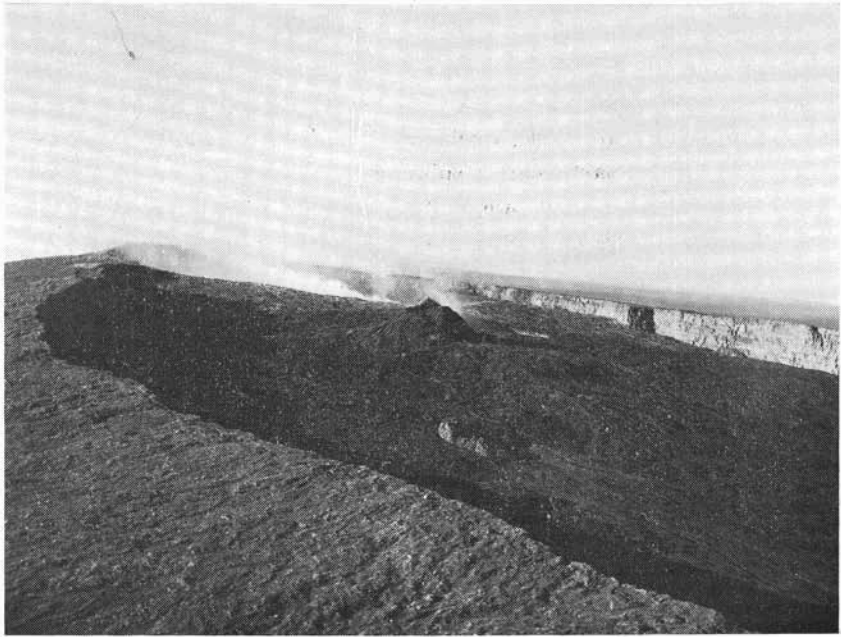


Fig. 4. — Erta Ale; cratere principale visto da SW.



Fig. 5. — Campo di fumarole dell'Alu.

macroscopicamente in funzione della temperatura; infatti, mentre sublimati bianchi e gialli tappezzano le cavità delle fumarole con temperatura superiore ai 160°C, quella con temperatura di 135°C ha solo sublimati gialli. In particolare i sublimati gialli sono costituiti da solfo e quelli bianchi da cloruro ammonico; di quest'ultimo sale riporto in tabella il diffrattogramma ottenuto.

TABELLA VI.

d_{hkl}	I/I_0	d_{hkl}	I/I_0
3,91	35	3,87	23
2,763	100	2,74	100
2,241	16	2,238	4
1,942	19	1,929	7
1,74	14	1,733	5
1,587	50	1,582	23
campione 10		cloruro ammonico A.S.T.M. 7/0007	

La composizione dei gas, almeno per quanto riguarda i costituenti principali, non varia sensibilmente al variare della temperatura; la determinazione sul posto, effettuata per mezzo di tubi di analisi Draeger ha dato i seguenti risultati:

H_2S	0,5- 1%
CO_2	20-25%
H_2O	70-75%

L'analisi dei gas acidi su tre campioni prelevati da fumarole diverse ha dato:

T °C	HF	HCl	H_3BO_3	H_2SO_4
186	0,15	1,34	0,39	2,10
221	0,12	0,90	0,22	1,25
216	0,07	0,96	0,16	2,20

i valori sono espressi come percentuale in volume; per quanto riguarda H_2SO_4 , il suo valore è comprensivo delle differenti forme di solfo eventualmente ossidatesi posteriormente al prelievo di gas dalla fumarola.

Conclusioni.

I dati raccolti sui prodotti dell'attività vulcanica della catena dell'Erta Ale non sono evidentemente completi, soprattutto poichè si è verificata una pratica impossibilità di eseguire delle indagini di terreno prolungate nel tempo.

Notevole è il contenuto di HF, HCl, H_3BO_3 riscontrato nei gas delle fumarole dell'Alu, particolarmente se confrontato con i dati ottenuti da altri ricercatori per analisi di varie emanazioni vulcaniche (11); nostri risultati inediti indicano tuttavia per le fumarole dell'Etna tenori di HF ed HCl comparabili con quelli ottenuti per l'Alu, e si può imputare soprattutto alle diverse procedure analitiche la notevole diversità fra i valori ora ricavati e quelli indicati nei lavori sinora pubblicati.

Il contenuto di acido borico dei gas dell'Alu è invece da ritenersi eccezionale, ed appare essere il fenomeno peculiare delle emanazioni prese in esame.

La presenza di boro fra i gas, o della sassolite fra i sublimati, è segnalata generalmente per manifestazioni vulcaniche situate in isole o comunque in vicinanza del mare (Vesuvio, Vulcano, Showa-Shinzan, ecc.); sembra evidente la relazione fra i due fatti, nel senso che il boro contenuto nelle emanazioni risulti proveniente dall'ambiente marino, direttamente dall'acqua o da formazioni evaporitiche.

E nel caso della catena dell'Erta Ale, quantunque non si possa parlare di vicinanza geografica con il mare, l'altissimo tenore in boro trova una sua possibile giustificazione nella potente formazione evaporitica che occupa il fondo della depressione dancala.

La temperatura è il fattore principale che provoca la migrazione del boro dalle formazioni nelle quali è contenuto ed il suo arricchimento nella fase di vapore, ed è assai probabile che l'innalzamento della temperatura conseguente alla presenza del magma abbia provocato il drenaggio del boro dei sedimenti; da un analogo drenaggio da fluidi caldi può spiegarsi, ad esempio, l'arricchimento di boro dei soffioni di Larderello o delle sorgenti calde che sgorgano intorno al duomo salino di Dallol (poche decine di Km a NW dell'Erta Ale) (7).

Centro di geochimica e mineralogia del C.N.R. presso Istituto di mineralogia, petrografia e geochimica dell'Università di Firenze.

BIBLIOGRAFIA

- (1) DAINELLI G., MARINELLI O. - *Risultati scientifici di un viaggio nella colonia Eritrea*. Firenze, 1912.
- (2) ELSKENS I., TAZIEFF H., TONANI F. - *Investigations nouvelles sur les gaz volcaniques*. Bull. Volc. XXXII-3, 1969.
- (3) GARAVELLI C. L. - *Ordine e disordine negli opali*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. LXXI, A, I, 1964.
- (4) GREENHALGH M., RILEY J. B. - *Determination of fluorides in natural waters with particular reference to sea water*. An. Chim. Acta 25, 1961.
- (5) HELLIS G., ZOOK E., BANDISCH O. - *Colorimetric determination of boron using 1-1'-diantrimide*. An. Chem. XXI, 1949.
- (6) JUSTIN-VISENTIN E., ZANETTIN B. - *Prime osservazioni geologico-petrografiche nella Dancalia interna, fra Sardò e Dallol*. St. Trent. Sc. Nat. A, XXV, n° 1, 1968.
- (7) MARTINI M. - *Dati inediti*.
- (8) MIZUTANI Y. - *Chemical analysis of volcanic gases*. Jour. Earth Sc. Nagoya Univ., vol. 10, n° 2, 1962.
- (9) MIZUTANI Y. - *Behaviour of boron in volcanic gases*. Jour. Earth Sc. Nagoya Univ., vol. 10, n° 2, 1962.
- (10) NESBITT - *La Dancalia esplorata*. Firenze 1930.
- (11) WHITE D., WARING G. - *Volcanic Emanations Data of geochemistry*. Geol. Survey Prof. Paper 440 K.