

RISULTATI DI SONDAGGI E DI RICERCHE GEOMINERARIE NEI «CAMPI ELEGREI» PER VAPORE, ACQUE TERMALI E «FORZE ENDOGENE» IN GENERALE

F. PENTA - B. CONFORTO

Dal 1939 al 1943 furono eseguiti nei Campi Flegrei e precisamente nelle località « Le Mofete », « Monte Nuovo » e « Agnano », alcuni sondaggi profondi da qualche decina di metri fino a diverse centinaia di metri per determinare le principali caratteristiche fisiche, chimiche e petrografiche del sottosuolo in zone presentanti notevoli manifestazioni fumaroliche o prossime ad aree ricche di esalazioni.

Rimandiamo ad altre note ⁽¹⁾ per la descrizione dettagliata dei fori più profondi, dei terreni incontrati, delle manifestazioni in esse riscontrate e per qualche conclusione generale. Come già per le ricerche nell'isola d'Ischia ⁽²⁾, esponiamo qui di seguito brevi notizie relative ai fori trivellati che furono tenuti in osservazione per qualche tempo (fino a quattro anni qualcuno) nel tentativo di inquadrare la fenomenologia, oggetto di studio, agli effetti ultimi della utilizzazione delle acque termali per forza motrice e della ricerca di vapore acqueo profondo ⁽³⁾.

Tali notizie permetteranno di valutare meglio le caratteristiche riscontrate e raccolte nelle tabelle accluse.

LE MOFETE

Il rione delle Mofete abbraccia gran parte della collina che sorge fra il lago del Fusaro e quello di Lucrino e che è circondata per tre lati dalla strada che, proveniente da Napoli, per Lucrino e la Sella

⁽¹⁾ Vedi la letteratura in appendice e, per i precedenti lavori, le bibliografie riportate nelle note ai nn. [8 e 11].

⁽²⁾ In una nota nello stesso volume di questi *Annali* (n. 2).

⁽³⁾ Valgono qui le stesse avvertenze, osservazioni e considerazioni già espresse per le indagini e le ricerche nell'isola d'Ischia e contenute nella nota di cui al n. [11].

di Baia, scende al Fusaro e costeggiandolo conduce verso i ruderi di Cuma. Tale collina sale con lieve pendio dal Fusaro e, raggiunta la quota massima a m 124, scende poi con forme dirute e sconvolte verso il Lucrino e termina con pareti quasi verticali sul seno di Baia alla punta dell'Epitaffio.

Essa nella parte orientale è costituita dal « tufo giallo » coerente del II Periodo d'attività vulcanica « Flegrea »; su di esso sono adagiati con varia potenza i tufi sciolti (scorie, pozzolane, ecc.) del III Periodo. La regione, recentemente descritta dal punto di vista stratigrafico e vulcanotettonico da F. FALLINI [2], è caratterizzata da una abbondanza di fenomeni fumarolici, indicati localmente con il nome di « mofete », per cui vedi specialmente A. PARASCANDOLA [4].

Nella massa tufacea, sul versante del lago di Lucrino, si aprono, cavate dal piccone romano nel vivo della roccia, le grotte dette « Stufe di Nerone », le quali facevano parte di un grandioso impianto termale coprente il fianco della collina e spingentesi fino al mare.

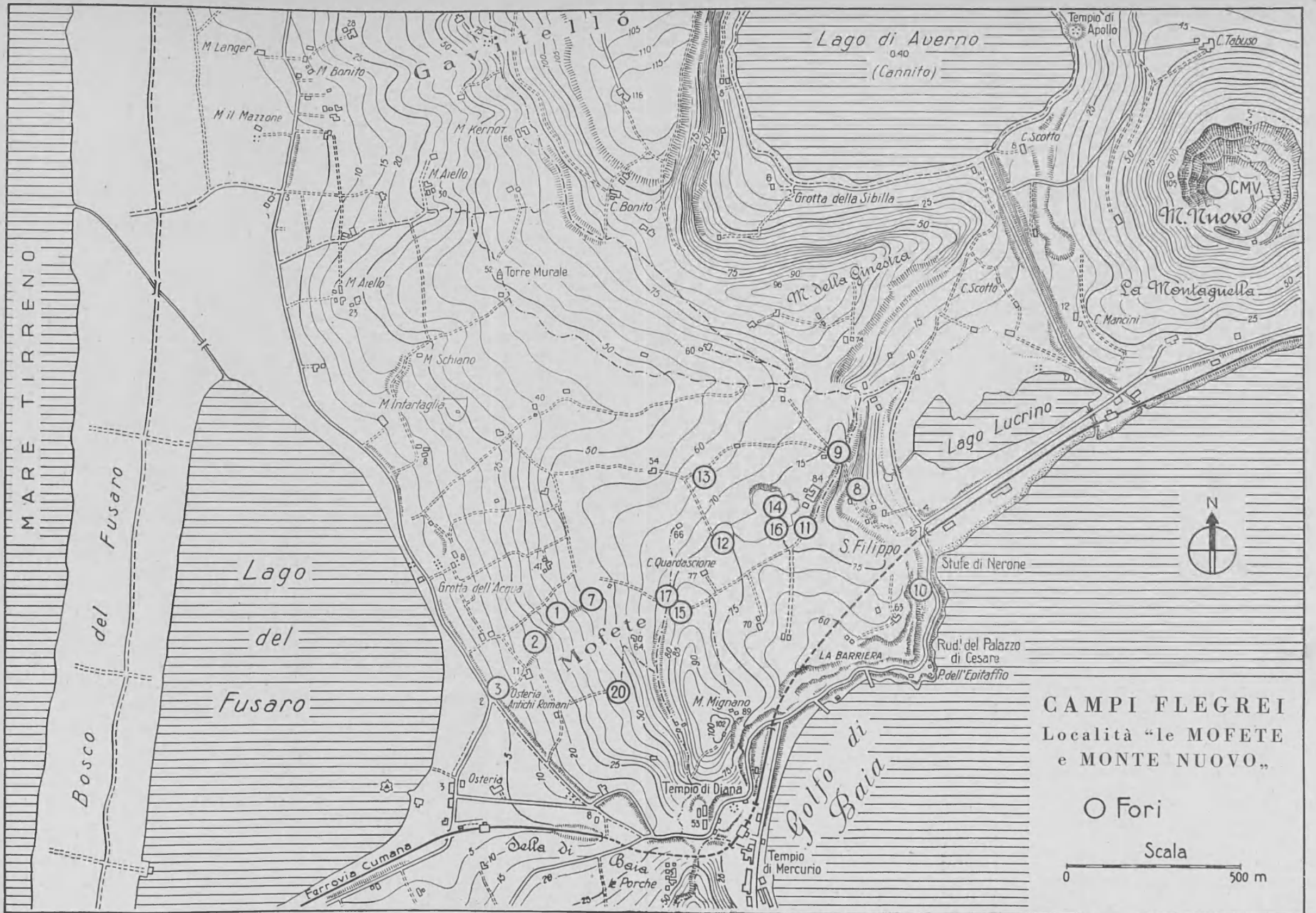
Queste manifestazioni di acqua calda non sono le sole nella zona; se ne rinvennero quasi dappertutto, sia nelle pozze cavate tra il Lucrino e la collina, sia nella spiaggetta sotto la punta dell'Epitaffio, sia nelle grotte dell'acqua calda presso il lago Fusaro. Dovunque infine si è raggiunta con pozzi e con scavi la prima falda d'acqua si è riscontrato un sensibile grado di termalità.

Per l'azione fumarolica o, meglio, esalativo-idrotermale, il tufo è spesso argillificato in un materiale plastico, molte volte rosa o anche rosso (per ossido di ferro) del tipo montmorillonitico. Talvolta si notano anche incrostazioni bianche di gesso. Le esalazioni mostrano tutte, con l'avvicinarsi di una fiamma, l'apparente esaltazione dell'attività, dovuta al fenomeno noto come « fenomeno della Solfatara ».

In questa zona furono eseguiti 15 fori (4), profondi da qualche decina di metri a varie centinaia di metri, i quali incontrarono i seguenti terreni:

a) Tufi trachitici grigi, pumicei, incoerenti, giallastri, poco coerenti, questi ultimi in stratarelli sottili attribuiti al III Periodo dell'attività Flegrea.

(4) Fori esplorativi (o d'orientamento superficiale) e di vera ricerca; l'esecuzione di numerosi altri fori esplorativi da distribuire all'intorno (e per vasto raggio) dell'area delle Mofete era stata rimandata ad un secondo tempo per ragioni estranee ai criteri geominerari assunti nelle indagini.



CAMPI FLEGREI
 Località "le MOFETE
 e MONTE NUOVO."

○ Fori

Scala
 0 500 m

TABELLA I — Campi Flegrei.

Indicazione foro	Quota bocca foro in m. s.l.m.	Profondità in m	Pelo libero (p l) in m. s.l.m.	Temperatura massima in C°	Cloruri (Cl) in gr/litro	p H
(L A) 1	35,50	72,70	1,49 ÷ 2,30	111°	15 ÷ 19	6,28 ÷ 10
(L A) 2	23,70	93	0 ÷ 1,5	104°	13 ÷ 19	6,7 ÷ 6,9
(L A) 3	6,32	95,65	0 ÷ 0,6	69°	13 ÷ 16	6,5 ÷ 6,9
(CLV) 7	52,90	585,50	5,9 ÷ 52	225°	16,62 ÷ 25,675	6,57 ÷ 7,8
(L A) 8	30,29	43,20	0,29 ÷ 0,30	49°	3,96 ÷ 5,32	6 ÷ 6,5
(L A) 9	38,96	49,50	0,04 ÷ 0,3	44°	2 ÷ 4	7,5 ÷ 8
(L A) 10	12,49	22,50	0,3 ÷ 0,8	85°	3 ÷ 12,51	7 ÷ 7,35
(L A) 11	72,05	80,80	0,7 ÷ 1,4	107°	1 ÷ 11	7 ÷ 9
(L A) 12	76,70	84,50	3,2 ÷ 3,7	102°	10 ÷ 11	7,6 ÷ 8
(L A) 13	57,37	92,40	1,3 ÷ 2,37	75°	∞ 11	7 ÷ 8
(L A) 14	79,82	92,40	-1,4 ÷ -1,27	105°	1 ÷ 12	7,4 ÷ 7,5
(L A) 15	83,59	90,00	0,4 ÷ 0,9	107°	1 ÷ 17	7 ÷ 8
(CLV) 16	64,10	400,00	0,— ÷ 4,—	135°	non determ.	non determ.
(CLV) 17	80,89	521,70	-7,5 ÷ 6,—	224°	non determ.	non determ.
(CLV) 20	39,70	252,50	∞ 0	85°	non determ.	non determ.
(CMV)	13,—	676,90	-2,8 ÷ 0	78°	5,7 ÷ 17	7,2
A 1	17,—	107,70	?	30°	0,177	7,1
A 3	?	19,65	?	19°	non determ.	non determ.
A 6	25	24,85	?	21°	non determ.	non determ.

b) Tufo giallo del II Periodo dell'attività Flegrea.

b') Tufi verdognoli con piccole pomici talvolta bianche e con inclusi lapidei attribuibili egualmente al II Periodo dell'attività Flegrea. Tali tufi non si presentano uniformi né come grana, né come natura della cenere costituente la massa fondamentale; in taluni punti presentano visibili segni di trasformazione e anche di carbonatizzazione e di piritizzazione. Esposti all'aria, col tempo essi perdono in genere la colorazione verdastra, passando ad un grigio con lieve tendenza al giallo. Varia anche di molto da punto a punto la frequenza e la natura dei piccoli inclusi lapidei.

c) Tufo grigio coerente, talvolta lapideo, attribuibile al I Periodo dell'attività Flegrea.

Intercalazioni diverse, specie in quest'ultima formazione, di lave trachitiche « fresche » e di masse piroclastiche profondamente argillificate. Qualcuna di queste masse è risultata trasformata in minerale del tipo montmorillonitico.

Le perforazioni eseguite, le misure termiche e le prove termodinamiche effettuate indurrebbero a riconoscere nel sottosuolo una massa ⁽⁵⁾ d'acqua calda a temperatura crescente con la profondità, ma decrescente (per lo meno nei livelli meno profondi) da monte verso valle, il cui pelo libero si abbassa verso il lago Fusaro, il lago Lucrino ed il mare in genere.

Le temperature in superficie variano, infatti, da un valore di 100-102° ad un valore di 48° per i fori che vanno da monte verso valle. Indizio, questo, di una falda d'acqua che, riscaldata a monte, va raffreddandosi mano a mano che corre verso lo sbocco ai laghi o al mare senza, però, variare sostanzialmente le altre caratteristiche, per le quali vedi le tabelle accluse.

È opportuno ricordare l'erogazione del CLV7 e del CLV 17; a tal proposito, nessun elemento finora raccolto autorizza a ritenere che

⁽⁵⁾ Sulla potenza di questa massa d'acqua o, meglio, sulla profondità fino alla quale si ritrova l'acqua e sulla coesistenza o meno di più falde indipendenti non è possibile pronunziarsi, perché le « cementazioni » dei fori trivellati non hanno raggiunto lo scopo come già altrove [10] abbiamo indicato e come mostrano i pozzi trivellati per le ricerche d'acqua potabile nella stessa regione flegrea e napoletana e specialmente quelli eseguiti nel vicino Piano di Quarto; quivi entro un centinaio di metri di profondità furono rinvenute quattro falde acquifere indipendenti delle quali le due più profonde con carattere termale (secondo informazioni gentilmente fornite dal prof. Ing. L. MADDALENA e dr. Ing. E. PALUMBO, che ringraziamo).

TABELLA II — *Analisi chimiche delle acque dei fori delle « Mojete », di « Montenuovo » e di « Agnano » (eseguite nel 1940 - Analista Dr. An. De Cindio)*

Pozzo	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	SO ₃	CO ₂ sem.	CO ₂ com.	p H			Residuo secco
										s. (1)	24 (2)	48 (3)	
(L A) 2	0	0,894	0,456	15,53	0,77	14,337	—	—	—	6,2	6,2	6,2	33,75
(L A) 3	0	0,894	0,354	—	—	13,452	—	—	—	6,8	6,7	6,8	25,5
(CLV) 7	0	0,738	0,190	—	—	16,62	—	—	—	7,2	7,2	7,1	18,41
(CMV)	0	1,132	0,390	—	—	13,639	1,09	0,048	0	7,2	7,2	7,2	25,28
A 1	tr.	0,092	0,042	—	—	0,177	—	0,055	0	7,1	7,0	7,1	0,16

(1) Determinazione eseguita immediatamente dopo il prelievo.

(2) Determinazione eseguita 24 ore dopo il prelievo.

(3) Determinazione eseguita 48 ore dopo il prelievo.

i fori abbiano incontrato H_2O allo stato di vapore: il vapore erogato (a 100° allo sbocco nella libera atmosfera) insieme con l'acqua alla stessa temperatura appare come prodotto di evaporazione dell' H_2O inizialmente a oltre 200° .

Né la persistenza, né l'arresto di erogazione dei due fori suddetti sono stati accompagnati da variazioni sensibili del pelo libero dell'acqua e delle temperature negli altri pozzi adiacenti; la differenza di temperatura al fondo, prima dell'esplosione e dopo cessata l'erogazione del CLV 7 (dopo circa 4 mesi) è risultata di solo 30° circa. Le condizioni termiche del sottosuolo poco hanno risentito, cioè di una perdita di calore, quale quella dovuta ad un'erogazione continua durata circa 4 mesi, con una portata media di 7,3 It/secondo di acqua al disopra dei 100° allo sbocco.

Dalle osservazioni effettuate, per quanto riguarda la distribuzione delle temperature nel rilievo collinoso compreso fra il Lucrino, il mare, la stretta di Baia ed il Fusaro, si manifesta evidente una striscia di più alta termalità localizzata nella parte interna del promontorio; mentre è chiaro che tale « termalità » si attenua procedendo verso NO, non può dirsi che altrettanto avvenga verso punta dell'Epitaffio; cioè verso il mare. Indubbiamente la temperatura superficiale diminuisce scendendo sia verso il Fusaro che verso il Lucrino.

Si è potuto inoltre riscontrare che la temperatura aumenta con la profondità; i fori più profondi hanno anche constatata la corrispondenza fra area di massimi di temperatura superficiale e area di massimi di temperatura in profondità. I risultati delle analisi dei gas ⁽⁶⁾ sono troppo pochi per formulare conclusioni. Stando ad essi, sono degni di rilievo l'assenza di idrogeno, la quantità di metano che costituisce il 91% del gas residuo del foro CLV7, l'assenza (o praticamente la non determinabilità nelle piccole quantità di gas residuo) dell'elio e, infine, la presenza di acido borico.

Foro n. 1 (LAI). Per la descrizione dettagliata dei terreni incontrati vedi al n. [3]. Eseguito nel marzo-aprile 1939 con sonda a rotazione. Tubato con tubi Eternit fino a m 66,25. Temperatura acqua in superficie $100 \div 108^\circ C$, al fondo $101 \div 111^\circ C$. Il foro si è ostruito con il materiale detritico lanciato durante l'esplosione del CLV7 avvenuta nell'aprile del 1942. Terreni attraversati: da m 0 a m 14 formazione a; da m 14 a m 72,70 formazione b'.

⁽⁶⁾ Per cui vedi al n. [9].

TABELLA III — *Le « Mofete » Foro (CLV) 7 - Analisi chimiche delle acque.*

	Aprile 1942 (Analista Dr. Mamone)	Maggio 1942 (1) (Analista Dr. An. De Cindio)
Alcalinità (CaCO ₃)	0,0755	0,0801
Cloro (di cloruri)	19,78	25,675
Residuo fisso a 100°	—	44,908
Residuo fisso a 105°	34,3172	—
Residuo fisso a 180°	34,1400	43,710
SO ₃	0,1182	0,12467
CaO	0,9116	1,2206
MgO	0,06356	0,0495
K ₂ O	1,85	2,703
Na ₂ O	15,28	18,832
Acido borico	—	0,1637
SiO ₂	—	0,1010
p H	7,8	6,57
Abbassamento crioscopico	—	2° 507
Pressione osmotica	—	29,076
Conducibilità specifica	—	0,05915
Densità d 17,8	—	1,0299

(1) Furono eseguite le analisi degli aeriformi provenienti dal foro. Tali aeriformi risultarono costituiti principalmente da vapore acqueo e da CO₂; il rapporto tra gas e acqua risultò di 14,98 l/kg.; la CO₂ rappresentava l'81, 88% del gas secco totale. Ossigeno ed idrogeno risultarono assenti. Vedi anche al n. [6].

Foro n. 2 (LA2). Per la descrizione dettagliata dei terreni attraversati vedi al n. [3]. Eseguito nell'agosto-settembre 1939 con sonda a rotazione; acqua rinvenuta a m 1,04 s.l.m.; tubato con tubi Eternit.

I valori della temperatura al fondo e in superficie sono praticamente eguali e non subiscono forti oscillazioni. Anche il pelo libero si mantiene praticamente costante; è più basso di quello del foro LA1 e ciò si può spiegare con il fatto che il foro è più vicino al mare; costanti si mantengono anche il pH e il Cl. Terreni attraversati: fino a m 16 formazione *a*; da m 16 a m 86,40 formazione *b'*.

Foro n. 3 (LA3). Eseguito nel maggio 1939 con sonda a rotazione. Acqua rinvenuta a m 0,8 s.l.m.; tubato con tubi Eternit. Anche in questo foro i valori rispettivamente del pelo libero e delle temperature risultano praticamente costanti nel tempo e le temperature risultano le stesse sia in superficie che al fondo. Terreni attraversati: fino a m 17 formazione *a*; da m 17 a m 95,65 formazione *b'*. Vedi al n. [3].

Foro n. 7 (CLV7). Per la descrizione dettagliata dei terreni incontrati vedi al n. [3], per i fenomeni riscontrati vedi al n. [10]. Iniziato l'8-7-1939 con sonda a rotazione e con circolazione d'acqua. Ultimato il 10-2-42. Tubato con tubazione telescopica fino a m 542,90 (tubi Dahmine). Acqua rinvenuta a m 4,9 s.l.m. con temperatura 58 °C. Il giorno 7-4-41, in seguito a manovra di alleggerimento, il foro ha esploso con getto di acqua e vapore. Tale erogazione è durata fino al 5-8-42, epoca in cui cessò. Cessata l'erogazione, il pelo libero è andato sollevandosi fino a raggiungere praticamente il piano di campagna (m 52,90 s.l.m.). Terreni: fino a m 12,50 pozzolana e prodotti piroclastici in genere (formazione *a*); da m 12,50 a m 115 tufi verdi con piccole pomici (formazione *b'*); da m 115 a m 135 tufi grigi coerenti (formazione *c*); da m 135 a m 147 sabbia vulcanica; da m 147 a m 270 tufi grigi coerenti (formazione *c*) da m 270 a m 373 vulcanite argillificata; da m 373 a m 419 lava trachitica; da m 419 a m 430 tufo grigio coerente (formazione *c*); a m 430 incluso di materiale a cemento calcitico; da m 430 a m 518 tufi grigi coerenti (formazione *c*).

Foro n. 8 (LA8). Iniziato il 28-11-40 con sonda a percussione. Ultimato il 12-12-40. Tubato fino a m 40,10 con tubi Eternit. Acqua incontrata a m 0,29 s.l.m. Il pelo libero si è mantenuto costante nel

tempo a 29 cm s.l.m. Temperatura dell'acqua in superficie $42 \div 48$ °C, al fondo $47 \div 49$ °C. Terreni attraversati: fino a m 5,70 formazione *a*; da m 5,70 a m 32,80 formazione *b*; da m 32,80 a m 37,50 pozzolana intasata (« tassello ») sabbiosa; da m 37,50 a m 40,10 sabbia grigia scura; da m 40,10 formazione *b'*. Vedi anche al n. [3].

Foro n. 9 (LA9). Iniziato il 19-12-1940 con sonda a percussione. Ultimato il 30-12-40. Tubato fino a m 48,50 con tubi Eternit. Acqua rinvenuta a m 0,16 s.l.m. con temperatura di 33 °C. Pelo libero costantemente a circa m 0,20 s.l.m. Temperatura in superficie $32 \div 40$ °C. Temperatura al fondo $35 \div 44$ °C. Terreni attraversati: fino a m 7,20 formazione *a*; da m 7,20 a m 49,50 formazione *b*. Vedi anche al n. [3].

Foro n. 10 (LA10). Iniziato il 7-1-41 con sonda a percussione. Ultimato il 9-1-41. Tubato fino a m 21,30 con tubi Eternit. Acqua rinvenuta a m 0,80 s.l.m. Temperatura acqua in superficie $79 \div 83$ °C; al fondo $81 \div 85$ °C. Terreni attraversati: formazione *b*. Vedi anche al n. [3].

Foro n. 11 (LA11). Iniziato il 7-1-41 con sonda a percussione. Ultimato il 29-1-41. Tubato fino a m 80 con tubi Eternit. Acqua rinvenuta a m 1,25 s.l.m. Temperatura di 33 °C. Temperatura acqua in superficie $100 \div 105$ °C. Al fondo $104 \div 107$ °C. Terreni attraversati: fino a m 44 formazione *a*; da m 44 a m 80,80 formazione *b'*. Vedi anche al n. [3].

Foro n. 12 (LA12). Iniziato il 7-2-41 con sonda a percussione. Ultimato il 21-2-41. Tubato con tubi Eternit fino a m 82,80. Acqua rinvenuta a m 3,70 s.l.m. a 95 °C. Temperatura acqua in superficie $95 \div 100$ °C. Al fondo $97 \div 102$ °C. Terreni attraversati: fino a m 83 formazione *a*; da m 83 a m 84,50 formazione *b'*. Vedi anche al n. [3].

Foro n. 13 (LA13). Iniziato il 1°-3-41 con sonda a percussione. Ultimato il 24-4-41. Tubato con tubi Eternit. Acqua rinvenuta a m 1,90 s.l.m. con temperatura di 71 °C. Temperatura acqua in superficie $70 \div 73$ °C. Al fondo $72 \div 75$ °C. Terreni attraversati: fino a m 53 formazione *a*; da m 53 a m 64 sabbia; da m 64 a m 92,40 formazione *b'*. Vedi anche al n. [3].

Foro n. 14 (LA14). Iniziato il giorno 11-6-41 con sonda a percussione. Ultimato il 28-6-41. Tubato con tubi Eternit. Acqua rinvenuta a m 1,40 s.l.m. alla temperatura di 81 °C. Temperatura in su-

perficie $90 \div 100$ °C. Temperatura al fondo $97 \div 105$ °C. Terreni attraversati: fino a m 82 formazione *a*; da m 82 a m 92,40 formazione *b'*. Vedi anche al n. [3].

Foro n. 15 (LA15). Iniziatò il 5-9-41 con sonda a percussione. Ultimato il 22-9-41. Tubato con tubi Eternit. Acqua rinvenuta a m 0,90 s.l.m. Temperatura in superficie $101 \div 106$ °C. Temperatura al fondo $101 \div 107$ °C. Terreni attraversati: fino a m 32 formazione *a*; da m 32 a m 64 sabbia; da m 64 a m 90 formazione *b'*. Vedi anche al n. [3].

Foro n. 16 (CLV16). Per la descrizione di questo foro vedi anche al n. [10]. Iniziatò il 22-7-42 con sonda a rotazione e con circolazione d'acqua. Ultimato il 1°-4-43. Tubato fino a m 187,50 con tubi Dalmine. Acqua rinvenuta a m 21,10 s.l.m. alla temperatura di 39 °C. Pelo libero costante a m 2,6 s.l.m. Temperatura in superficie 100 °C. Temperatura al fondo 135 °C. Terreni attraversati: fino a m 40 tufi grigi incoerenti (formazione *a*); da m 40 a m 146 tufo verde (formazione *b'*); da m 146 a m 178 tufo grigio coerente con pomici (formazione *c*); da m 178 a m 182 « trachite »; da m 182 a m 185 tufo grigio coerente (formazione *c*); da m 185 a m 190 lapilli e sabbia vulcanica con piccoli trovanti di trachite; da m 190 a m 399 tufi grigi « compatti » (formazione *c*); da m 399 a m 400 trachite con calcite di idrotermalizzazione.

Foro n. 17 (CLV17). Per la descrizione di questo foro e per i fenomeni riscontrativi vedi anche al n. [10]. Iniziatò il 5-8-42 con sonda a percussione e a circolazione d'acqua. Ultimato il 24-4-43. Tubato con tubazione completa (tubi Dalmine) fino a m 357,75. Acqua rinvenuta a m 2,89 s.l.m. con temperatura 85 °C. Nel foro sono state eseguite il 30-6-43 alcune prove di alleggerimento durante le quali veniva provocata un'esplosione della durata di pochi minuti. Successivamente il 3-7-43 il foro esplodeva spontaneamente con forte getto di vapore e materiali tufacei. Tale getto però decresceva fino a scomparire del tutto nei giorni successivi. Terreni attraversati: fino a m 51 pozzolana e prodotti piroclastici in genere (formazione *a*); da m 51 a m 145 tufi verdi con pomici alterate (formazione *b'*); da m 145 a m 340 tufi grigi (formazione *c*); da m 340 a m 426 vulcanite argillificata; da m 426 a m 521,70 tufi grigi con trovanti « trachitici » e pomici alterate (formazione *c*).

Foro n. 20 (CLV20). Iniziatò nell'aprile 1943 con sonda a rotazione e circolazione d'acqua. Il 9-9-43, in seguito agli eventi bellici,

il foro fu sospeso a m 252,50. Tubato con tubi Dalmine fino a m 83,25. Acqua rinvenuta al livello del mare con temperatura di 47 °C. Temperatura massima riscontrata durante l'avanzamento 85 °C. Terreni attraversati: fino a m 17 tufi grigi incoerenti (formazione *a*); da m 17 a m 38 tufi gialli (formazione *b*); da m 38 a m 121 tufi verdi (formazione *b'*); da m 121 a m 217 tufi grigi coerenti (formazione *c*); da m 217 tufi grigi molto argillificati (la stessa vulcanite argillificata dei fori CLV7 e CLV17?).

MONTENUOVO

Le falde occidentali di questo giovane monte vulcanico (7) manifestano tuttora indirettamente la perdurante e tranquilla ascesa di vapori e gas magmatici; infatti alcune vene di acqua freatica sono sensibilmente calde; nel fondo agricolo lungo la rotabile Lucrino-Averno due pozzi posti a poca distanza fra di loro attingono, l'uno, acqua calda e, l'altro, acqua fredda e potabile; un appezamento di terreno posto nello stesso fondo è sede di lento sviluppo di gas, probabilmente anidride carbonica, come dimostra anche lo scarso sviluppo di vegetazione; una temperatura sensibilmente superiore a quella normale mostra una vena d'acqua in prossimità dei resti del cosiddetto « Tempio di Apollo » al lago di Averno. Il fondo craterico del Montenuovo medesimo era riconosciuto fino a tempo fa come sede di esalazioni, anche se attualmente mancano segni evidenti di tale attività ed, anzi, il relativo terreno è soggetto a coltura. In cambio però è da notare l'esistenza sulla parete orientale interna del cratere a m 30÷40 di altezza, di uno spiraglio attivo (vapore secco misto probabilmente ad aria calda o a gas caldi). Pure significativa è una manifestazione analoga sulla parete meridionale. Questi ed altri sintomi (8) mostrano che il bacino magmatico (o la sua apofisi) da cui trasse origine l'esplosione costruttiva di Monte Nuovo non può essere ancora completamente freddo. È presumibile che da tale bacino importanti quantitativi di vapore ancora si liberino verso l'alto per accumularsi o meno nel sottosuolo.

Visto che già una volta la via di minore resistenza e quindi di più facile ascesa dei vapori e gas si realizzò col condotto craterico, si ritenne di perforare il materiale piroclastico costituente adesso il

(7) Vedi F. FALINI [2] e A. PARASCANDOLA [5].

(8) Per cui vedi A. PARASCANDOLA [5].

TABELLA IV — *Confronto fra le analisi chimiche eseguite su alcune carote estratte dal sondaggio di « Montenuovo » e sui prodotti che costituiscono l'apparato esterno del vulcano.*

	Campione a - m. 587 s.l.m. (1)	Campione a - m. 387,60 s.l.m. (1)	Materiale dell'apparato esterno di Montenuovo (2)	Materiale dell'apparato esterno di Montenuovo (3)	Materiale dell'apparato esterno di Montenuovo (4)
Si O ₂	58,63	57,95	61,71	59,47	60,33
Al ₂ O ₃	20,70	18,01	16,85	17,24	18,27
Fe ₂ O ₃	0,83	2,37	} 4,27	} 4,33	} 4,13
Fe O	1,08	1,38			
Mg O	0,47	0,59	0,99	0,99	0,38
Ca O	2,57	3,10	1,51	3,10	1,15
Na ₂ O	6,95	6,91	7,50	6,17	7,15
K ₂ O	6,72	6,78	4,36	8,01	7,30
H ₂ O	0,54	0,90	1,05	1,07	0,56
CO ₂	0,17	0,63	—	—	—
Ti O ₂	0,26	0,21	—	—	—
P ₂ O ₅	0,38	0,42	—	—	0,04
Cl	—	—	0,65	1,03	0,43

(1) Analisi eseguita nell'Istituto di Chimica Generale dell'Università di Napoli - Analista prof. S. RESTAINO (1941).

(2) Analisi eseguita da ABICH (1841, rip. da L. Dell'Erba, 1893).

(3) Analisi eseguita da RAMMELSBERG (1860, rip. da L. Dell'Erba, 1893).

(4) Analisi eseguita da WASHINGTON (1899).

tappo del condotto stesso; al disotto di tale tappo sembrava più probabile che altrove rinvenire, a non forte profondità, vapore acqueo misto o meno a gas.

Pertanto fu deciso di eseguire nel fondo del cratere un sondaggio verticale a carattere esplorativo, ubicandolo in modo da garantire la sicurezza degli operai sia nei riguardi delle esalazioni, che in previsione di esplosioni.

Foro CMV. Per quanto riguarda la storia di questo foro vedi al n. [10]. Per la descrizione dei terreni attraversati vedi ai numeri [3] e [10].

Iniziato il 10-1-40 con sonda a percussione e con circolazione d'acqua. Ultimato il 2-6-42. Il foro è tubato con tubazione completa (tubi Dalmine) fino a m 373. Acqua rinvenuta a m 1 s.l.m. Successivamente il pelo libero si abbassò a — m 0,80 s.l.m. e poi a — m 2,80 s.l.m. La temperatura in superficie si è sempre mantenuta sui 60 °C, mentre quella del fondo non ha superato i 78 °C. La profondità raggiunta è stata di metri 676,90. È molto probabile che fino a tale profondità si sia rimasti entro la « breccia » del tappo, cioè nel materiale franto, dopo l'eruzione dall'esterno nel condotto e poi parzialmente cementato ed alterato da manifestazioni esalative e idrotermali.

L'esame dei campioni estratti (purtroppo sempre frammentari, dato il tipo di sonda) hanno infatti permesso di constatare che i terreni attraversati sono in genere costituiti dal medesimo materiale sciolto eruttato nel 1538 per formare tutto l'apparato vulcanico e costituito in predominanza da scorie e brandelli lavici talvolta anche brecciosi o pumicei, riferibili ad una trachifonolite sodalitica, denominata da L. DELL'ERBA [1] sanidinite ricca di sodalite e anortite. Vedi in proposito la raccolta delle analisi chimiche della tabella 4 acclusa ⁽⁹⁾.

La roccia nelle parti più fresche risulta costituita per oltre il 19% da sanidino, in cristalli allungati, disposti con tessitura trachitica; si associano sodalite e subordinatamente plagioclasio basico con poca augite, vetro e talora con mica biotica spesso alterata.

La massa fondamentale è per lo più microcristallina trachitica

⁽⁹⁾ Le analisi chimiche eseguite su alcuni campioni hanno rilevato che, salvo differenze poco significative (delle quali alcune, come per esempio quelle del CaO e del CO₂, dovute alla calcite idrotermale) la composizione chimica coincide con quella delle rocce prelevate all'esterno ed analizzate da alcuni studiosi citati da DELL'ERBA e da WASHINGTON.

TABELLA V — *Andamento dei cloruri dell'acqua durante l'avanzamento del foro CMV da m 112,40 a m 262.*

Data	Profondità foro in m.	Situazione del foro	Cl in gr/l
9-4-1940	112,40	in avanzamento	5,7
12-4-1940	120	»	8,8
13-4-1940	122	»	6,4
15-4-1940	131,50	»	9,9
16-4-1940	134,50	»	7,1
18-4-1940	154,50	»	9,9
19-4-1940	167,40	»	10,8
22-4-1940	186,40	»	10,9
24-4-1940	207,50	»	11,8
25-4-1940	214,20	»	12,2
27-4-1940	231,30	»	12,5
29-4-1940	234,20	»	12,4
30-4-1940	234,60	»	12,4
1-5-1940	235,20	»	12,4
2-5-1940	235,20	fermata per pulizia	13,4
4-5-1940	235,20	»	12,9
8-5-1940	235,95	»	13,8
10-5-1940	236,55	fermata per recup. scalpello	12,9
18-5-1940	236,55	»	12,9
21-5-1940	236,55	»	13,3
30-7-1940	239,30	»	13,9
31-7-1940	239,40	»	12,7
9-8-1940	241,05	»	13,4
10-8-1940	241,45	»	13,2
14-8-1940	241,55	»	13,8
16-8-1940	241,55	»	13,3
17-8-1940	241,55	»	13,3
19-8-1940	241,55	»	14,7
20-8-1940	241,55	»	13,6
31-8-1940	244,75	in avanzamento	13,8
12-9-1940	247,40	»	13,8
14-9-1940	248,40	»	13,3
16-9-1940	249	»	13,2
26-9-1940	252,90	»	13,8
27-9-1940	253,70	»	12,9
28-9-1940	254,20	»	13,8
30-9-1940	254,70	»	17,0
1-10-1940	255,50	»	14,5
2-10-1940	256,30	fermata per pulizia foro	13,3
3-10-1940	256,90	»	14,2
5-10-1940	258,70	»	13,4
6-10-1940	258,70	»	14,2
9-10-1940	262	fermata per recup. scalpello	13,4
26-10-1940	262	»	15,6

fino a criptocristallina con parti vetrose, con caratteri cioè sempre spiccatamente effusivi.

Il materiale del sottosuolo risulta però impregnato ed incrostato di pirite e di calcite dovute probabilmente a fenomeni di idrotermalizzazione posteriori all'esplosione che dette luogo alla formazione del vulcano. I carbonati (essenzialmente calcite) non superano il 2%, si manifestano dai 40 metri in poi e, pur variando irregolarmente, tendono ad aumentare con la profondità. Anche il contenuto di pirite (10) è basso e varia fortemente da punto a punto. In genere però pirite o calcite formano concentrazioni localizzate.

Fra i campioni estratti si trovano anche altri materiali, che possono interpretarsi come frammenti di rocce preesistenti strappate lungo le pareti del condotto durante la esplosione eruttiva. Essi sono detriti e frammenti di tufi trachitici grigi e verdastri, scorie trachitiche, pomici ecc. Pur mancando la certezza che il materiale, entro cui si è sviluppato il sondaggio, appartenga al « tappo » anche alle maggiori profondità raggiunte e nonostante la presenza di acqua che offusca il quadro termico di quel sottosuolo, la riscontrata persistenza di valori poco elevati della temperatura (minore di 80 °C), induce a ritenere che il tetto del bacino magmatico (o la sua apofisi) che alimentò l'eruzione di Montenuovo debba essere alquanto più profondo del migliaio di metri prevedibile nel primo stadio delle ricerche.

AGNANO (11)

In prossimità dell'ippodromo, a circa 1 km e mezzo di distanza dalle Terme della « Grotta del Cane » nota per le esalazioni di CO₂, furono eseguiti tre fori a carattere esplorativo preliminare profondi da pochi metri a circa 110 metri, allo scopo di riconoscere il grado di « termalità » del sottosuolo in corrispondenza di alcune manifestazioni fumaroliche. L'esplorazione si dovette sospendere senza che si fosse completato il programma in estensione. Per l'ubicazione di questi fori vedi la cartina della fig. 7 annessa alla nota di cui al n. [7] della letteratura. I fori rinvennero acqua e riscontrarono temperature molto basse anche alla profondità di un centinaio di metri.

(10) Tracce di H₂S spostabile con HCl c.f. si sono riscontrate specialmente in campioni provenienti da 162 a 281 m. di profondità.

(11) Per le caratteristiche geologiche di questa zona, vedi la recente nota di U. VENTRIGLIA [12].

Foro A₁. Eseguito nel gennaio 1940 con sonda a rotazione. Tubato fino a m 100,80. Acqua rinvenuta a m 4,25 s.l.m. a temperatura di 18 °C. Terreni attraversati: tufi di grana e consistenza varie.

Foro A₃. Eseguito nel dicembre 1941 con sonda a percussione. Acqua rinvenuta a m 3,50 con temperatura di 19 °C. Terreni attraversati: pozzolana e sabbia.

Foro A₆. Eseguito nel febbraio 1941. Acqua rinvenuta a m 16,60 con temperatura di 21 °C. Terreni attraversati: fino a m 1,50 terreno vegetale, poi pozzolana.

Roma (S. Pietro in Vincoli) - *Istituto Giacimenti Minerari e di Geologia applicata dell'Università (Ingegneria)* - Febbraio 1951.

RIASSUNTO

Si riferisce sulle caratteristiche principali (temperatura massima, contenuto di cloruri, pH, altri caratteri chimici e fisici e livello del pelo libero) delle acque freatico-termali riscontrate con vari sondaggi nel sottosuolo di aree fumaroliche o semplicemente idrotermali della regione vulcanica (« Campi Flegrei ») ad occidente di Napoli. Dei singoli fori trivellati sono indicati, con le quote di inizio e le profondità, gli elementi necessari per l'interpretazione dei risultati delle osservazioni e delle misure. Sono, quindi, delineate alcune conclusioni ritraibili nonostante che le acque (dei livelli superiori?) non siano state « isolate ». Così, per esempio, si conclude che: 1°) nel sottosuolo delle Mofete la temperatura continua ad aumentare notevolmente al disotto dei 500 metri sotto il livello del mare; 2°) a Montenuovo il « tappo » del condotto si prolunga probabilmente oltre la profondità investigata e la temperatura regnante è relativamente bassa (minore di 80°), nonostante le esalazioni sulle pareti esterne dell'imbuto craterico; 3°) ad Agnano sono trascurabili le manifestazioni termali fino alle profondità investigate, nonostante la limitata distanza dalle manifestazioni delle « Terme » e dalle esalazioni della nota « Grotta del Cane ».

BIBLIOGRAFIA

[1] DELL'ERBA L.: *Atti Acc. Pontaniana*. Vol. XXIII, 1893.

[2] FALINI F.: *Bollettino Società Geologica It.* Vol. LXIX, 1950.

- [3] IPPOLITO F.: *Boll. Soc. dei Natur. in Napoli*. Vol. LIII, 1942.
- [4] PARASCANDOLA A.: *Boll. Soc. dei Natur. in Napoli*. Vol. XL, 1929.
- [7] PARASCANDOLA A.: *Boll. Soc. dei Natur. in Napoli*. Vol. LV, 1944-46.
- [6] PENTA F.: *Atti Fond. Polit. del Mezz.* Vol. III, 1947.
- [7] PENTA F.: *Ann. di Geofisica* 2, 328-346, 1949.
- [8] PENTA F.: *Boll. Tecnico del Circolo Culturale Ingegneri ed Architetti Sardi*. A. III, 1, 1950.
- [9] PENTA F.: *Boll. Soc. Geol. Ital.* Vol. LXIX, 1950.
- [10] PENTA F. e CONFORTO B.: *Ann. di Geofisica*. Vol. IV, n. 1, 1951.
- [11] PENTA F. e CONFORTO B.: *Ann. di Geofisica*. Vol. IV, n. 2, 1951.
- [12] VENTRIGLIA U.: *Boll. Soc. Geol. It.* Vol. LXIX, 1950.
- [13] WASHINGTON H.: *The Roman Comagmatic Region*. Carnegie Inst. Washington, 1906.