

Studio geofisico della colata leucititica a Civita Castellana (*)

G. MARUFFI (**)

Ricevuto il 16 Gennaio 1967

RIASSUNTO. — Nel quadro dell'attività dell'Istituto di Geofisica Mineraria della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma, si è effettuato uno studio geofisico, mediante il metodo geoelettrico, delle lave leucititiche di Civita Castellana-Borghetto e di Fabrica di Roma, tendente a rilevare se tra i due affioramenti citati esista o meno un collegamento.

La ricerca ha fornito elementi a favore della seconda ipotesi ed ha permesso di individuare il luogo di fuoriuscita della colata di Civita Castellana-Borghetto.

In appendice sono riportati i risultati di una prospezione radiometrica, effettuata nella stessa zona, diretta a stabilire l'efficacia del metodo per l'individuazione dei contatti, in superficie, tra due formazioni vulcaniche del tipo di quelle affioranti, cioè tra tufi e lava.

SUMMARY. — A geo-electrical survey of the leucitic lavas of Civita Castellana-Borghetto and Fabrica di Roma has been carried out at the Institute of Mining Geophysics of the Faculty Engineering of the Rome University. Purpose of the survey was to determinate an eventual connection between the two outcrops.

It is reasonable to conclude that the connection does not exist. The place of exit of the lava of Civita Castellana-Borghetto has been localized.

The results of a radiometric survey carried out in the same area are also enclosed. Purpose of this survey was to see if it is possible to distinguish at the surface the tuff and the lava.

(*) Il presente lavoro fa parte di un programma di studi e di prospezioni geofisiche collegati con ricerche geologiche e condotti sotto gli auspici del C.N.R. con il contributo finanziario del Comitato Nazionale per le Scienze Geologiche e Minerarie.

(**) Istituto di Geofisica Mineraria, Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma.

PREMESSE.

L'apparato vulcanico di Vico è stato recentemente oggetto di un interessante studio geologico da parte dell'Istituto di Geologia Applicata della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma, diretto dal Prof. U. Ventriglia.

Lo studio ha permesso di individuare due affioramenti di lava leucitica, l'uno in prossimità di Civita Castellana e di Borghetto, l'altro a Fabrica di Roma (Fig. 1). Tali masse laviche, che risultano separate in superficie da una vasta coltre di tufi, sono molto simili tra loro per le caratteristiche litologiche e petrografiche.

Nel quadro dell'attività dell'Istituto di Geofisica Mineraria della Facoltà di Ingegneria di Roma, diretto dal Prof. C. Aquilina, lo scrivente ha effettuato una indagine geofisica nella zona allo scopo di stabilire se i due affioramenti leucitici menzionati siano in collegamento, al disotto della copertura piroclastica, ed appartengano quindi ad unico fenomeno eruttivo o se piuttosto facciano parte di due colate laviche distinte.

La ricerca presenta un certo interesse, oltre che scientifico, anche geoidrologico e geominerario, quest'ultimo in vista di uno sfruttamento industriale della leucite per l'estrazione della potassa.

Lo scrivente desidera ringraziare il Prof. U. Ventriglia per aver indicato il problema, il suo assistente Dott. P. Mattias per aver messo a disposizione tutti gli elementi del rilievo geologico effettuato. Desidera esprimere la propria gratitudine al Prof. C. Aquilina per aver reso possibile l'effettuazione della ricerca, all'Ing. M. Bernabini per la costante guida, all'Ing. C. Palozzi per gli utili consigli.

CENNI GEOLOGICI.

La zona oggetto del presente studio è compresa nei fogli 137 e 143 della Carta d'Italia del I.G.M. e si estende tra gli abitati di Fabrica di Roma, Corchiano, Borghetto e Civita Castellana.

I terreni affioranti nella zona, di natura prevalentemente vulcanica, sono costituiti da tufi e lava e rappresentano i prodotti di emissione dell'apparato vulcanico di Vico.

Dallo studio già citato del Prof. U. Ventriglia e del suo assistente Dott. P. Mattias risulta che le formazioni affioranti sono rappresentate essenzialmente da (¹):

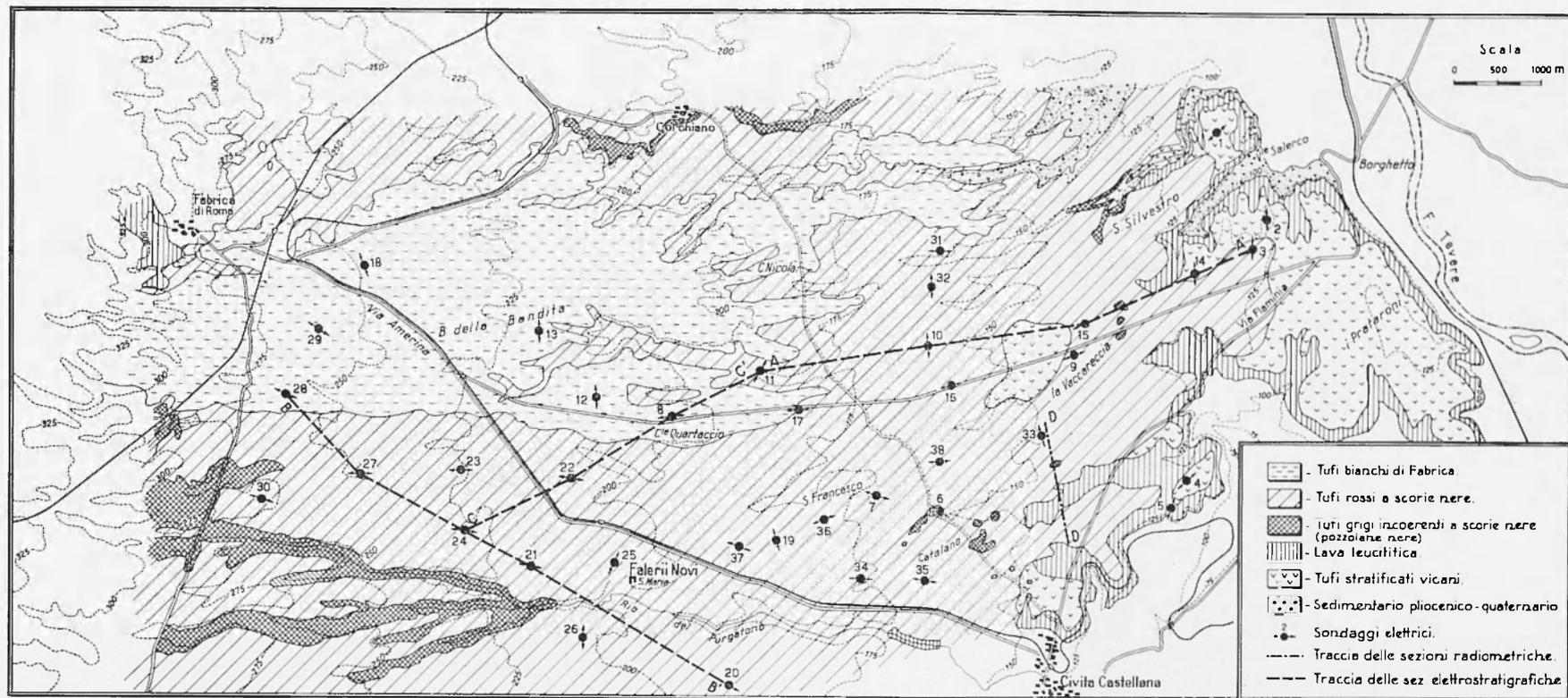


Fig. 1 - Estratto della Carta Geologica (dal rilevamento di P. Mattias).

— *Tufi bianchi di Fabrica*: sono tufi litoidi biancastri, ricchi in scorie di colore bianco o giallo; affiorano nella parte Nord-Ovest della Carta Geologica e poggiano sui tufi rossi e scorie nere.

— *Tufi rossi a scorie nere*: sono tufi leucititici di colore rosso con incluse grosse scorie nere; tale formazione può poggiare sulla lava leucititica ovvero sulle pozzolane nere.

— *Tufi grigi incoerenti a scorie nere (pozzolane nere)*: litologicamente è un materiale scoriaceo, incoerente, a grana minuta e di colore grigio scuro; contiene numerosissime scorie nere in cui si osservano anche cristalli di leucite alterata.

— *Lava leucititica*: di colore grigio chiaro, ricca in cristalli di leucite del diametro di 1-2 cm. affiora a Civita Castellana e Borghetto ed appare macroscopicamente identica a quella di Fabrica di Roma (*). Tale formazione poggia sui tufi stratificati vicani ovvero, come nella valle del Tevere e del Salerno, direttamente sulle ghiaie del sedimentario marino; la stessa soggiace ai tufi rossi a scorie nere, talvolta tramite alcuni livelli di pozzolane nere e di tufi stratificati vicani.

— *Tufi stratificati vicani*: si presentano a grana minuta, incoerenti e di colore marrone, con intercalati livelli di pomice gialle e di lapilli.

— *Substrato sedimentario*: è costituito da ghiaie, sabbie ed argille di età pliocenica e quaternaria (*).

La ricerca geofisica, di cui la presente nota, è stata effettuata nelle zone di affioramento della lava di Civita Castellana e di Borghetto, dei tufi rossi a scorie nere e dei tufi bianchi di Fabrica di Roma.

SCelta DEL METODO.

Una prospezione geofisica su terreni di natura vulcanica si può avvalere dei metodi geoelettrico, magnetometrico e sismico.

Per dare la preferenza ad uno di essi è stata eseguita nella zona in esame un'indagine preliminare sulla possibile utilizzazione dei metodi stessi.

(*) I nomi delle formazioni soprariportati e figuranti anche nella legenda della Carta Geologica allegata, devono ritenersi provvisori, in quanto la loro esatta definizione, come avvertono i rilevatori, potrà essere fatta soltanto alla fine degli studi attualmente in corso di ultimazione, che si estendono anche alla regione sabazia.

In particolare, per il metodo magnetometrico, sono state effettuate sulle formazioni presenti alcune misure della componente anomala verticale del campo magnetico terrestre. Tali misure sono state eseguite con la bilancia magnetica di Schmidt secondo due allineamenti pressochè ortogonali. Si è constatato che le anomalie in corrispondenza delle varie formazioni non presentavano tra loro scarti di tale entità da consigliare l'estensione del metodo magnetometrico a tutta la zona da investigare.

Il metodo sismico comporta normalmente l'impiego di esplosivi, impiego che presentava notevoli difficoltà nella zona. Si è voluto tuttavia esaminare se qualche risultato utile potesse ottenersi adottando, quale generatore di vibrazioni, una massa metallica del peso di circa 35 kg. Non si sono ottenuti purtroppo risultati soddisfacenti nelle zone ove il tufo di copertura presentava spessori maggiori di 10-15 m.

Sono stati pertanto scartati il metodo magnetometrico e quello sismico e si è adottato il metodo geoelettrico che, d'altra parte, data la natura litologica e petrografica delle formazioni in esame, faceva prevedere buoni risultati.

PROSPEZIONE GEOELETTRICA.

Allo scopo di avere una conferma alla presupposta utilizzazione del metodo geoelettrico, sono stati preventivamente effettuati alcuni sondaggi elettrici di taratura sia sulle formazioni affioranti, sia accanto a pozzi e perforazioni meccaniche già esistenti nella zona ed utilizzati per usi irrigui, dei quali si conosceva la stratigrafia. Si è constatato che tra le formazioni in esame ed in particolare tra i tufi e la lava leucitica esisteva una sensibile differenza di resistività tale da consigliare l'applicazione del metodo stesso.

Nelle operazioni di campagna si è adoperata un'apparecchiatura potenziometrica a corrente continua (*) e si è adottata la disposizione elettroica di Schlumberger-Sineriz con stese massime tra gli elettrodi di corrente dell'ordine di 500 ed 800 m.

(*) L'apparecchiatura potenziometrica utilizzata permette misure di differenza di potenziale con fondi scala compresi tra 1 mV e 1000 mV e misure di intensità di corrente con fondi scala compresi tra 1 mA e 3000 mA. Il galvanometro di zero ha una sensibilità di 10^{-8} Ampere.

L'indagine è stata impostata inizialmente sull'esecuzione di alcuni sondaggi elettrici verticali distribuiti su allineamenti, che collegavano i diversi affioramenti della lava leucititica; ciò avrebbe dovuto permettere di risolvere il tema principale della ricerca, cioè il collegamento tra le due colate di Civita Castellana-Borghetto e di Fabrica di Roma. Successivamente, una volta effettuata una preliminare interpretazione della

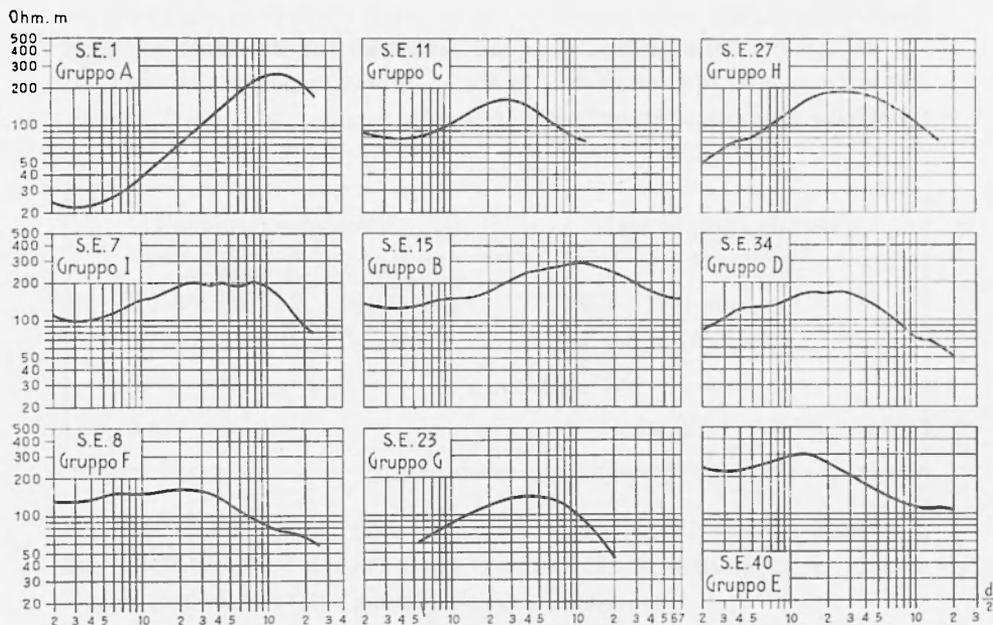


Fig. 2 - Diagrammi delle resistività apparenti caratteristiche dei gruppi A (S.E. 1), I (S.E. 7), F (S.E. 8), C (S.E. 11), B (S.E. 15), G (S.E. 23), H (S.E. 27), D (S.E. 34), E (S.E. 40). Le curve 1-8-11 si riferiscono ai sondaggi elettrici di taratura effettuati rispettivamente sugli affioramenti della lava leucititica, del tufo bianco di Fabrica e del tufo rosso a scorie nere.

prima parte del rilievo, è stata eseguita una seconda serie di sondaggi in punti di particolare interesse per la ricostruzione della situazione geologica della zona (Fig. 1).

Per l'interpretazione dei sondaggi elettrici si è ricorsi in primo luogo ad un'interpretazione, sondaggio per sondaggio, mediante il confronto tra le curve di campagna e le curve teoriche. Queste ultime sono state costruite in massima parte utilizzando gli abachi della Compagnie

Générale de Geophysique (4) e gli abachi di Cagniard (5); di questi ultimi ne sono stati costruiti altri due per casi di c_1/c_3 diversi rispetto a quelli riportati da Lasfargues (6).

Si è tentata inoltre un'interpretazione globale riunendo in gruppi i sondaggi elettrici che presentavano andamenti simili dei diagrammi delle resistività apparenti. Si sono potute in tal modo effettuare correlazioni tra i risultati forniti dalla interpretazione dei singoli sondaggi elettrici e ricostruire così, in termini di resistività, l'andamento dei vari mezzi individuati.

Di ognuno dei 9 gruppi, nei quali sono stati suddivisi i 41 sondaggi elettrici eseguiti, per semplicità, in Fig. 2, è stata riportata la curva di resistività apparente ritenuta più indicativa.

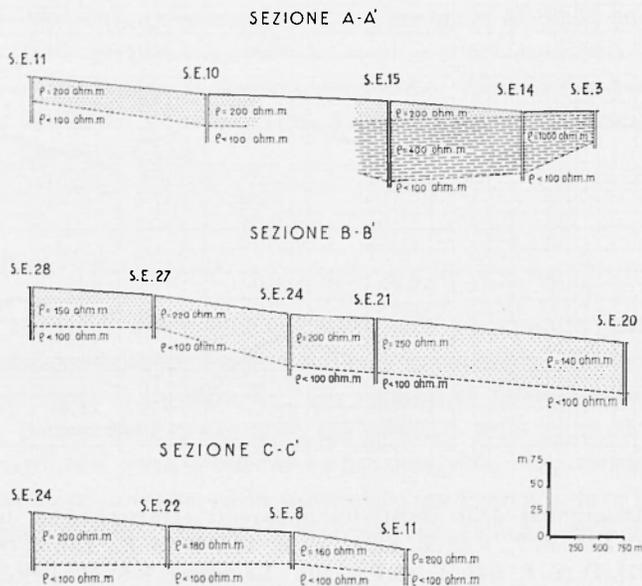


Fig. 3 - Sezioni elettrostratigrafiche.

In particolare, per tre di questi gruppi (A-C-F) sono state scelte come indicative le curve ottenute con i sondaggi effettuati sugli affioramenti: della lava leucititica (gruppo A, sondaggio n. 1), del tufo rosso a scorie nere (gruppo C, sondaggio n. 11) e del tufo bianco di Fabrica (gruppo F, sondaggio n. 8).

L'interpretazione dei sondaggi ha permesso di costruire le tre sezioni geoelettriche, riportate in Fig. 3, ritenute le più indicative, fra le

varie possibili, per mettere in evidenza l'andamento dei vari mezzi iso-resistivi nella zona in esame.

Una volta ottenuta la ricostruzione più probabile dell'andamento dei vari mezzi elettricamente differenti, lo scrivente è passato all'interpretazione, sotto l'aspetto geologico, dei risultati della indagine geoelettrica. Per far ciò sono stati presi in considerazione i risultati dei sondaggi elettrici eseguiti nei punti, ove si conosceva la successione stratigrafica dei terreni e si è potuto quindi attribuire alle varie formazioni geologiche, direttamente interessate dallo studio, i diversi intervalli di valori della resistività indicati in Tabella I.

Tabella I - VALORI DELLE RESISTIVITÀ RELATIVE ALLE FORMAZIONI IN ESAME OTTENUTI DAI SONDAGGI ELETTRICI DI TARATURA.

Formazione in esame	Resistività in ohm.m
Substrato	Fino a 100 ohm.m
Tufo bianco di Fabrica	da 150 a 200 ohm.m
Tufo rosso a scorie nere	da 200 a 250 ohm.m
Lava leucititica	da 400 a 1000 ohm.m

Dal confronto dei valori delle resistività, riportati nella Tabella I, con quelli ottenuti dai sondaggi elettrici effettuati in tutta la zona in esame sono state tratte le seguenti constatazioni:

— Gli alti valori delle resistività, compresi tra 400 e 1000 ohm.m, attribuiti alla lava leucititica, si riscontrano unicamente in tre dei gruppi sopra indicati e precisamente nei gruppi A-B-I.

— I valori medi delle resistività, relativi ai tufi, si riscontrano nei rimanenti gruppi di curve; non è stato però possibile effettuare una distinzione netta tra i due tipi di tufi in base alle rispettive resistività, in quanto queste presentano valori molto simili tra loro.

— I valori delle resistività inferiori ai 100 ohm.m, attribuiti al substrato, appaiono in tutti i sondaggi, talvolta al di sotto del mezzo a media resistività e talvolta di quello ad alta resistività.

Esaminando la Fig. 1, si nota che tutti i sondaggi elettrici, che hanno individuato mezzi ad alta resistività (sondaggi n. 1-2-3-4-5-6-7-9-14-15-19), cadono in una zona compresa tra gli abitati di Civita

Castellana e Borghetto e che si estende verso Est fino alle località « San Francesco » e « La Vaccareccia ». In tale zona le quote del tetto del mezzo molto resistivo decrescono, nelle grandi linee, dai sondaggi elettrici n. 6 e n. 7 ai sondaggi n. 4 e n. 5 e da questi ultimi ai sondaggi n. 1, n. 2, n. 3.

Tutti gli altri sondaggi sono ubicati nella zona compresa tra quelle sopra indicate e l'abitato di Fabrica di Roma. Con tali sondaggi non è stata individuata, per lo meno fino alla profondità di indagine (circa 100 metri), l'esistenza di mezzi molto resistivi e di sufficiente spessore.

I risultati forniti dal rilievo geoelettrico sono stati in seguito correlati con tutti gli elementi geologici inerenti alla zona in esame, ottenuti durante il rilevamento vulcanologico o, successivamente, durante la campagna geofisica. Tali elementi sono risultati sempre in accordo con quanto indicato dall'interpretazione dell'indagine geofisica.

Dalla correlazione dei vari elementi, geofisici e geologici, risulterebbe che la lava affiorante tra Civita Castellana e Borghetto si estende, verso Ovest, al di sotto dei tufi rossi a scorie nere, fino alle località denominate « San Francesco », « La Vaccareccia » e « San Silvestro ». Nella zona compresa tra quella sopra indicata e Fabrica di Roma non si è riscontrata la presenza di alcun mezzo ad alta resistività di sufficiente spessore; ciò porterebbe a far escludere la presenza di lava e quindi l'esistenza di una continuità, in profondità, tra i due affioramenti leucititici di Civita Castellana-Borghetto e di Fabrica di Roma, che risulterebbero pertanto appartenere a due colate distinte.

Gli elementi relativi alle quote del tetto della lava di Civita Castellana-Borghetto, forniti dall'interpretazione dei sondaggi elettrici, appartenenti ai gruppi A-B-I, e correlati con i dati geologici acquisiti, mostrano che dette quote sono decisamente più alte nella località denominata « Catalano » e più esattamente nell'area compresa tra i sondaggi n. 6, n. 7, n. 34, n. 36 e l'affioramento di Fosso del Purgatorio, e tendono a decrescere verso Est e Nord-Est. Di conseguenza in tale località appunto potrebbe essere individuata la probabile zona di fuoriuscita della suddetta colata lavica.

CONCLUSIONI.

L'indagine geofisica effettuata per stabilire se i due affioramenti leucititici di Civita Castellana-Borghetto e di Fabrica di Roma appartengano ad unico fenomeno eruttivo o se piuttosto facciano parte di

due colate laviche distinte, ha fornito elementi a favore della seconda ipotesi in quanto non ha portato a riconoscere un collegamento tra i due affioramenti menzionati.

Lo stesso studio ha permesso di individuare la presumibile zona di origine della colata di Civita Castellana-Borghetto nella località denominata « Catalano » e precisamente nell'area compresa tra i sondaggi elettrici n. 6, n. 7, n. 34, n. 36.

In definitiva, la ricerca effettuata permette di confermare, ancora una volta, l'efficacia della prospezione geoelettrica che, con impiego non rilevante di personale e di attrezzatura, può risolvere agevolmente e con sufficiente attendibilità problemi del genere di quello proposto.

PROSPEZIONE RADIOMETRICA.

In occasione della ricerca geofisica, di cui si è precedentemente trattato, lo scrivente ha effettuato, nella zona denominata « La Vacca-reccia » (Fig. 1), una prospezione radiometrica, mediante misure di radiazioni γ , allo scopo di stabilire l'efficacia del metodo per l'individuazione dei contatti in superficie tra due formazioni vulcaniche del tipo di quelle affioranti, cioè tra tufo e lava.

Si è utilizzata un'apparecchiatura costituita da un misuratore portatile del tipo RA-40 e da un fotoscintillatore del tipo F-6, entrambi della Italelettronica.

Nelle misure si è usata la costante di tempo massima permessa dall'apparecchio (10 sec) ed in ogni stazione è stato effettuato un elevato numero di letture durante un intervallo di 5 minuti; tali valori sono stati poi mediati.

Misure preliminari hanno chiaramente mostrato che effettivamente tra le formazioni in esame si hanno sensibili differenze nelle intensità di radiazioni, come risulta dalla Tab. II, nella quale sono riportati i valori medi degli impulsi al secondo ottenuti, per i terreni in esame.

Tabella II - VALORI MEDI IN IMPULSI AL SECONDO RELATIVI AI TUFI ED ALLA LAVA CON UN TUBO FOTOSCINTILLATORE TIPO F-6.

Formazioni in esame	Impulsi al secondo
Tufi rossi a scorie nere	da 140 a 160
Lava leucititica	da 210 a 230

Successivamente sono state eseguite quattro serie di misure lungo un profilo opportunamente scelto, facendo stazione in punti distanti circa 20 metri l'uno dall'altro.

Le quattro serie di misure sono state eseguite rispettivamente:

— con tubo scintillatore tenuto a 50 cm dal suolo

— con lo stesso tubo, schermato, tenuto a 50 cm, 100 cm e 150 cm dal suolo.

La schermatura dello scintillatore, costituita da un anello di piombo, è stata adottata allo scopo di far giungere all'apparecchiatura soltanto le radiazioni provenienti dal basso secondo un opportuno angolo solido. Si sono così potuti ridurre gli effetti massa, topografia e conto di fondo che avrebbero potuto mascherare l'ubicazione dell'eventuale zona di contatto geologico. Le tre serie di misure con tubo scintillatore schermato e tenuto a diverse altezze dal suolo sono state effettuate allo scopo di individuare il sistema che risentisse il meno possibile di eventuali concentrazioni in minerali a più alto tenore di radioattività.

Con l'applicazione dello schermo di piombo le zone di influenza calcolate per le diverse altezze del tubo sono risultate rispettivamente di:

91 cm ²	per h = 50 cm
364 cm ²	per h = 100 cm
822 cm ²	per h = 150 cm .

I risultati delle varie osservazioni, espressi in impulsi al secondo, sono stati riportati integralmente, cioè come direttamente letti all'apparecchio, nei profili di radioattività di Fig. 4.

Dal confronto di detti profili si rilevano i seguenti valori medi della radioattività per raggi γ e per tubo schermato:

32-33 imp/sec per il tufo

37-39 imp/sec per la lava

valori che di per sè mostrano evidentemente l'applicabilità del metodo in ricerche similari.

In particolare dai profili allegati risulta chiaramente:

— L'efficacia dell'applicazione della schermatura in piombo che ha consentito di ridurre sensibilmente gli effetti perturbatori di maggior rilievo.

— La preferenza da attribuire alle misure effettuate con tubo fotoscintillatore schermato e tenuto alla distanza di 50 cm dal suolo.

Il profilo relativo infatti mette in maggior evidenza gli scarti esistenti tra le caratteristiche radioattive delle formazioni in esame e presenta inoltre un andamento più regolare e più chiaramente interpretabile.

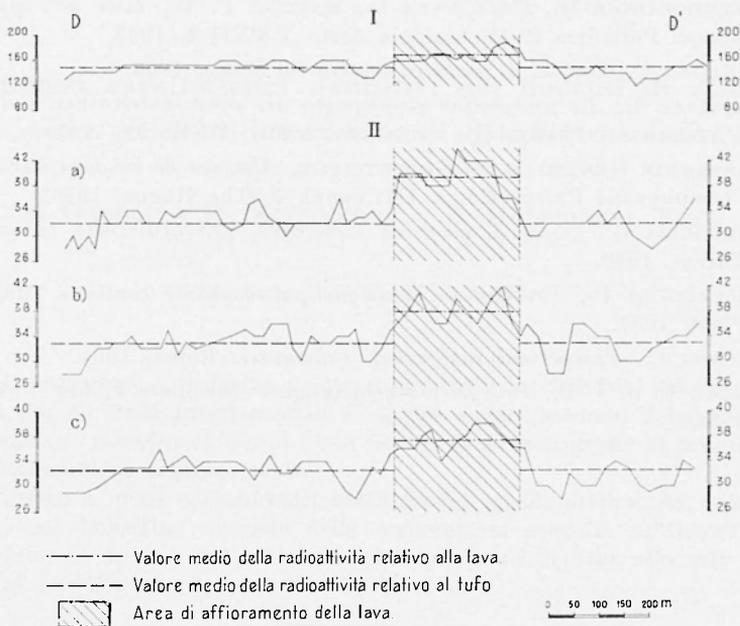


Fig. 4 - Profili radiometrici effettuati con tubo scintillatore non schermato (1); e con tubo scintillatore schermato, tenuto a 50 cm dal suolo (2a) a 100 cm dal suolo (2b) e a 150 cm dal suolo (2c).

Gli altri tre profili confermano l'andamento generale del fenomeno sebbene con minore chiarezza e regolarità.

CONCLUSIONI.

Dalla ricerca effettuata si può dedurre la validità della prospezione radiometrica nell'individuazione dei contatti, in superficie, tra due formazioni a diverso tenore di radioattività, come quelle in esame, cioè tufi e lava leucititica. Risulta inoltre l'efficacia della schermatura di piombo apportata al tubo fotoscintillatore.

La ricerca effettuata consiglia di approfondire i risultati con un sistema più dettagliato e rigoroso che ci si riserva di applicare in un prossimo futuro.

BIBLIOGRAFIA

- (1) AMENDOLAGINE M., DEL'ANNA L., MATTIAS P. P., *Lave dell'apparato vulcano*. Periodico di Mineralogia Anno XXXII 1, 1963.
 - (2) AQUILINA C., *Lezioni di geofisica mineraria*. Roma, 1947.
 - (3) CAGNIARD L., *La prospection geophysique des eaux souterraines*. Colloque d'Ankara sur l'hydrologie de la zone aride - UNESCO - Ankara, 1952.
 - (4) COMPAGNIE GÉNÉRALE DE GEOPHYSIQUE, *Abaques de sondage électrique*. « Geophysical Prospecting », III, suppl. 3, The Hague, 1955.
 - (5) FULCHERIS G., *Corso di geofisica mineraria*. Levrotto-Bella editori — Torino, 1949.
 - (6) LASFARGUES P., *Prospection électrique par courants continus*. Masson-Paris, 1957.
 - (7) PALOZZI C., *Prospezioni con metodi radioattivi*. Roma, 1964.
 - (8) ROTIÉ E. e. J. P., *Prospection geophysique*. Gauthiers-Villars - Paris, 1952.
-