

## Dati sismici relativi alla fase esplosiva dello Stromboli del settembre 1930 \*)

In relazione all'esplosione dello Stromboli (11 settembre 1930) si sono avute registrazioni sismiche a Messina, Trenta, Catania, rispettivamente alla distanza di Km. 76, 112, 145 <sup>1)</sup>).

Già il sismogramma ottenutosi al sismometrografo Canani in funzione presso l'Osservatorio Geofisico di Catania mi aveva convinto che la registrazione era da attribuirsi ad onde sismiche e non ad onde aeree in quanto che esso consta di una serie di oscillazioni con periodo tra 5<sup>s</sup> e 6<sup>s</sup>, mentre il periodo strumentale è di 10<sup>s</sup>. Ed ancora in base agli istanti iniziali dati dai tre osservatori <sup>2)</sup> si avrebbe una velocità media di Km. 1.23 al secondo, mentre la velocità di propagazione delle onde aeree è di circa m. 340.

L'esame attento del sismogramma ottenutosi a Messina alla componente verticale del Microsismografo Vicentini rivela prima della fase massima parecchi denti da attribuirsi ad arrivi di vari gruppi di onde.

Data la configurazione del fondo marino tutt'attorno a Stromboli con profondità raggiungenti all'incirca i 2 km. e data ancora la superficialità dell'ipocentro, di solo qualche centinaio di metri sotto il livello del mare, come si vedrà in seguito, si deduce la mancanza nei sismogrammi delle onde dirette  $\bar{P}$ ,  $\bar{S}$ , propagantisi nel mezzo solido. I suddetti

---

\*) Pubblicato nel *Bollettino della Società Sismologica Italiana*, Vol. XXIX, fasc. 6 ed ultimo, 1929-930.

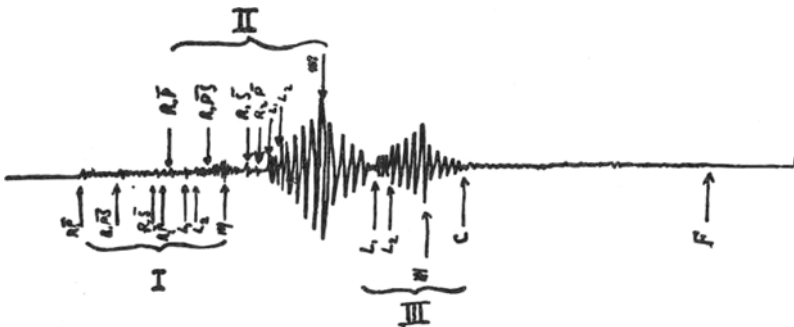
<sup>1)</sup> In altra nota pubblicata in questo *Bulletin Vulcanologique* (pag. 177), ho dato una descrizione dettagliata del fenomeno.

<sup>2)</sup> Ringrazio i direttori degli osservatori di Messina e di Trenta per aver messo i sismogrammi a mia disposizione.

gruppi, precedenti l'arrivo delle onde superficiali, li ritengo dovuti a riflessioni su di una superficie di discontinuità quale quella del MOHOROVICIC.

Ciò premesso e ritenendo che la registrazione debba essere messa in relazione a tre esplosioni e non già a due, come potrebbe apparire ad un'ispezione grossolana del sismogramma, si ottiene un accordo nella successione dei vari gruppi, come si rivela dalla seguente analisi e dalla figura :

	1 <sup>a</sup> Esplosione	2 <sup>a</sup> Esplosione	3 <sup>a</sup> Esplosione
$R_1 \bar{P}$ . . .	9h51m11 <sup>s</sup> .5	9h51m35 <sup>s</sup> .5	—
$R_1 \bar{PS}$ . . .	21.9	45.7	—
$R_1 \bar{S}$ . . .	32.3	55.9	—
$R_2 \bar{P}$ . . .	33.5	57.5	—
L . . . . .	39.5	52 1.5	9h52m29 <sup>s</sup> .9
M . . . . .	49.9	13.5	39.9
C . . . . .	—	—	53.5
F . . . . .	—	—	54 —



Riproduzione del sismogramma ottenutosi alla componente verticale del Sismografo Vicentini nell' Osservatorio di Messina. (Ingr. 6).

Ho creduto opportuno riprodurre a mano la registrazione per dare maggior risalto alle interessanti particolarità, non abbastanza nette nell'originale. La proporzione (con rapporto d'ingrandimento sei) è stata rispettata rigorosamente per le ascisse (tempi), grossolanamente per le ordinate.

La superficialità dell'ipocentro verrebbe anche data dalla posizione simmetrica di  $R\overline{P\overline{S}}$  rispetto ad  $R\overline{P}$  e ad  $R\overline{S}$ , mentre ciò non avverrebbe per sensibili profondità ipocentrali. Per una profondità di 1 km. assegnando allo spessore del guscio ed alle velocità in questo i valori attribuiti dal *МОНОВОИЦИК*, si ottiene per una distanza epicentrale di km. 76 una riduzione dell'intervallo  $R\overline{P\overline{S}}$   $R\overline{P}$  di appena 0<sup>s</sup>,2.

Nel caso dell'ipocentro superficiale le tavole del *МОНОВОИЦИК* 1) danno per la distanza indicata una differenza  $R_1\overline{S}$ - $R_1\overline{P\overline{S}}$  od anche  $R_1\overline{P\overline{S}}$ - $R_1\overline{P}$  di 8<sup>s</sup>,5 mentre l'analisi dà per la prima e la seconda esplosione rispettivamente il valore 10<sup>s</sup>,4, 10<sup>s</sup>,2 : media 10<sup>s</sup>,3.

Mancando osservazioni che potessero stabilire la causa della divergenza (diverso spessore del guscio, diverse velocità od anche entrambe le cause) ho creduto opportuno eseguire una determinazione diretta delle costanti. Per semplificazione di calcoli ho ritenuto rettilineo il raggio sismico e ciò viene giustificato dalla possibilità di adottare questo criterio per le già dette distanze nella costruzione delle tavole del *МОНОВОИЦИК*.

I dati di Messina ( $R_1\overline{P}$ ;  $R_1\overline{S}$ ;  $R_2\overline{P}$ ), relativi alla seconda esplosione, sono però insufficienti allo scopo, mi sono quindi avvalso anche dell'istante  $R_1\overline{P}$  dato da Trenta : 9<sup>h</sup>51<sup>m</sup>40<sup>s</sup>, relativo alla medesima esplosione.

Risolviendo il sistema delle quattro equazioni si hanno per le quattro incognite : tempo all'ipocentro ( $t_0$ ) ; spessore del guscio ( $h$ ) ; velocità media delle onde longitudinali ( $V_{\overline{P}}$ ) e quella delle trasversali ( $V_{\overline{S}}$ ) i seguenti valori :  
 $t_0 = 9^h51^m6^s,9$   $h = \text{Km. } 59,5$   $V_{\overline{P}} = \frac{\text{Km.}}{\text{sec.}} 4,94$   $V_{\overline{S}} = \frac{\text{Km.}}{\text{sec.}} 2,88$

Si rileva quindi la concordanza sia della profondità alla quale trovavasi la superficie di discontinuità, sia del rapporto  $\frac{V_{\overline{P}}}{V_{\overline{S}}} = 1.71$  coi valori assegnati dal *МОНОВОИЦИК* ;

1) Tables de A. *МОНОВОИЦИК* — *Publication du Bureau Central Séismologique International. Série A. n. 3. - 1925.*

le velocità risultano però alquanto più basse. E ciò potrebbe considerarsi una conferma della ritenuta diminuzione della velocità nel guscio procedendo dal Nord verso le nostre latitudini. Le onde longitudinali variano da  $\frac{\text{Km.}}{\text{sec.}}$  6,0 presso

Gottinga a  $\frac{\text{Km.}}{\text{sec.}}$  5.4 sotto le Alpi. Ciò fu messo in rela-

zione al maggior consolidamento della crosta verso il Nord e cioè un maggior modulo elastico a parità di densità <sup>1)</sup>.

In base ai valori calcolati si può dedurre anche lo istante all'origine della prima esplosione. Per la terza, capitando l'istante  $R_1\bar{P}$  durante la fase massima relativa alla seconda esplosione, mi sono giovato ancora della costanza dell'intervallo  $L-R_1\bar{P}$ . Si hanno quindi per le esplosioni gl'istanti all'ipocentro:

1<sup>a</sup> 9h50m43s — 2<sup>a</sup> 9h51m7s — 3<sup>a</sup> 9h51m34s

Nell'analisi non sono comprese le onde longitudinali propagantisi per quasi tutto il percorso nel mezzo acqueo. Tenuto conto della loro velocità, variabile con la temperatura e la salsedine, prossima però a Km. 1.5 al secondo, queste sarebbero dovute giungere presso a poco tra gli istanti dati come  $R_1\bar{S}$  e  $R_2\bar{P}$ . In tale intervallo oltre i due denti ben netti, considerati come corrispondenti all'arrivo delle onde sopradette per la quasi coincidenza con gl'istanti deducibili in base alle tavole del MOHOROVICIC, non ve ne figurano altri, pur essendo possibile anche la presenza di altro tipo di onde, risultando il sismogramma in tale tratto alquanto confuso.

Le onde irradianti dall'ipocentro raggiungono la superficie del cono in più punti (probabilmente interessanti tutto l'edificio vulcanico emerso e sommerso) divenenti cen-

1) GUTENBERG (B.). — *Handbuch der Geophysik*. Bd. VI, p. 221, Berlin, G. Bomtraeger, 1929.

ODDONE (E.). — *A quali profondità sono attivi gli ipocentri dei terremoti laziali ed a quali cause devono attribuire quei sismi*. Rendiconti della R. Acc. dei Lincei. Vol. XI, serie 6<sup>a</sup>, 1930.

tri di onde che, per le varie inclinazioni dei raggi incidenti, avranno componenti normali diverse. Se le onde giungessero contemporaneamente in superficie e se non interferissero tra loro, il sismogramma dovrebbe presentare un netto debutto con ampiezza gradatamente decrescente sino ad annullarsi all'arrivo delle onde aventi origine all'intersezione del piano orizzontale condotto per l'ipocentro con l'edificio vulcanico ed indi un nuovo graduale aumento sino ad un massimo corrispondente all'intersezione della verticale per l'ipocentro col cono vulcanico. L'analisi lascia effettivamente distinguere questo comportamento.

Si ha quindi per la seconda e terza esplosione:

1° intervallo - arrivo delle onde superficiali (L) - minimo 2<sup>s</sup>,2  
2°        »       - minimo-massimo . . . . . 3<sup>s</sup>,4

Se si suppone una proporzionalità di queste durate ai tratti di altezze corrispondenti  $h$ ,  $H-h$ , dove  $h$  rappresenta l'altezza dell'ipocentro sulla base del cono di altezza  $H$  eguale a circa m. 2500, si ottiene il valore della profondità ipocentrale che risulta di circa 700 metri sotto il livello del mare.

Ma le interferenze tra le onde partenti dagli infiniti centri disposti sulla superficie del cono alle quali bisognerà probabilmente aggiungere anche quelle che hanno origine per eccitamento delle pareti del condotto derivante dal sollevamento del magma (effetto dell'esplosione), la varia velocità delle onde nell'interno del cono a seconda della direzione e profondità, come subito vedremo, ed ancora la varia distanza dei punti della superficie dall'ipocentro, alterano nel sismogramma il rapporto sia per spostamento del minimo, sia per riduzione non proporzionale delle durate dei due intervalli. Io penso che il suddetto valore debba ridursi; ma in ogni modo esso rappresenta un valore abbastanza approssimato della profondità ipocentrale.

Successivamente alla fase indicata, spicca un'onda, la massima  $M$ , la quale, come ebbi già occasione di mostrare per le registrazioni delle esplosioni vesuviane, cor-

risponde alla reazione del suolo nell'istante in cui il proiettile (colonna magmatica) lascia il condotto vulcanico <sup>1)</sup>.

Nelle tre stazioni i massimi relativi alla seconda e terza esplosione si sono avuti a :

	Messina	Trenta	Catania
Distanza . . .	Km. 76	Km. 112	Km. 145
M <sub>2</sub> . . .	52 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup>	52 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup>	52 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup>
M <sub>3</sub> . . .	52 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>	52 <sup>m</sup> 8 <sup>s</sup>	53 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup>

L'intervallo di circa 31<sup>s</sup> (da ritenersi quasi eguale nelle tre stazioni) rappresenterebbe l'intervallo tra i due istanti esplosivi.

Combinando le stazioni a due a due, le velocità notevolmente concordanti per le dette onde sono : 1.57 ; 1.59 ; 1.61 ossia una media di 1.59  $\frac{\text{Km.}}{\text{sec.}}$ . Tenuto conto del va-

lore della velocità potrebbe anche concludersi che tali onde si siano propagate maggiormente nel mezzo acqueo.

Si è in grado quindi di calcolarci gl' istanti in cui i proiettili lasciano il condotto vulcanico, che sono :

$$9\text{h}51\text{m}2\text{s} \quad \text{—} \quad 9\text{h}51\text{m}25\text{s} \quad \text{—} \quad 9\text{h}51\text{m}56\text{s}$$

E cioè per differenza coi relativi istanti all'ipocentro, precedentemente calcolati, si ha che il proiettile percorse il tratto ipocentro-orlo del cratere in circa 20<sup>s</sup>, ossia con velocità di circa 70  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Se la velocità media fosse la stessa sia per le L che per le M, la differenza indicata dovrebbe essere eguale all'altra M-L. Escludendo Catania per la esiguità della fase L ; per Trenta essa è di 24<sup>s</sup> : potrebbe quindi ritenersi verificata la detta eguaglianza ; per Messina però essa è eguale a c. 12<sup>s</sup> ; ciò che corrisponderebbe ad una riduzione delle velocità per le onde L a c. Km. 1,4 al sec.

1) Imbò (G.) — *Attività sismica durante la fase parossismale del 30 novembre-1° dicembre 1923*. Annali del R. Osservatorio Vesuviano. Terza serie. Vol. II. Anno 1925.

La quasi coincidenza delle due traiettorie salvo per un percorso in un mezzo tutt'al più di una trentina di chilometri di spessore, situato in prossimità dell'ipocentro e verso SSE, fa sorgere spontanea l'identificazione di questo mezzo col magma, nell'attraversare il quale la velocità delle onde sismiche (longitudinali) sarebbe di circa 800 metri al secondo, avendo ridotto a metà l'indicato percorso.

Queste conclusioni avrebbero però bisogno di ulteriore conferma che io intendo eseguire studiando le registrazioni sismiche relative ad epicentri vicini e specialmente di quelle etnee relative ad epicentri dislocati lungo i vari versanti.

*R. Osservatorio Geofisico di Catania — giugno 1931.*