
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

PIETRO CALOI

Sulla velocità di propagazione delle onde longitudinali alla base del mantello terrestre

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 32 (1962), n.2, p.
147–151.*

Accademia Nazionale dei Lincei

http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1962_8_32_2_147_0

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali

Seduta del 10 febbraio 1962

Presiede il Presidente GINO CASSINIS

NOTE DI SOCI

Geofisica. — *Sulla velocità di propagazione delle onde longitudinali alla base del mantello terrestre.* Nota (*) del Corrisp. PIETRO CALOI.

È noto che fra 102° circa e 140° circa di distanza epicentrale, si estende la così detta zona d'ombra (*shadow zone*): fra questi limiti, l'ampiezza delle onde longitudinali dirette va gradualmente diminuendo, per quindi scomparire. Essa fu spiegata da Gutenberg [1] come dovuta ad onde diffratte attorno al nucleo terrestre. Questa ipotesi fu largamente accettata. Non mancarono però obiezioni; mi limiterò a citare quella espressa da I. Lehmann [2], la quale ritiene che la diminuzione d'ampiezza delle onde P oltre 104° risulti da una diminuzione della velocità delle onde sismiche a profondità prossime al nucleo terrestre.

A dire il vero, già C. G. Dahm [3], nel 1936, aveva concluso — applicando il metodo di Wiechert-Herglotz ai tempi delle onde P tratte dalle tavole di Macelwane e, successivamente, ai tempi delle P ed S tratti dal terremoto di Long Beach — che la velocità di propagazione delle onde sismiche dalla profondità di 2750 Km a 3000 Km (alla quale, secondo Dahm, aveva inizio il nucleo) conservava lo stesso valore, come se il nucleo fosse preceduto da uno strato di 250 Km circa di spessore, in cui la velocità di propa-

(*) Presentata nella seduta del 10 febbraio 1962.

gazione delle onde sismiche risultava costante. Le conclusioni di Dahm furono però messe in dubbio da Gutenberg e Richter [4] e, successivamente, dimostrate non rispondenti al vero da Caloi e Peronaci [5].

In realtà, l'inizio della zona d'ombra non può essere precisato, data la grande difficoltà dell'applicazione del metodo di Wiechert-Herglotz nell'ultimo tratto della curva dei tempi di tragitto, la cui curvatura va via via diminuendo, in corrispondenza della parte inferiore del mantello, più prossima al nucleo. Tale difficoltà si riflette sulla determinazione del valore preciso della profondità del nucleo, fatta con il metodo di Wiechert-Herglotz, tanto che ad esso venne successivamente preferito l'uso delle onde $S_c S$ [5, 6].

Un fatto da parecchi ricercatori ormai costantemente constatato si riferisce alla rettilineità (entro i limiti di errori) della curva dei tempi di

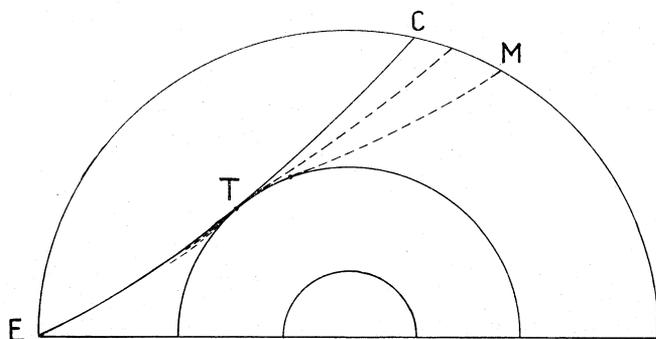


Fig. 1.

tragitto, concernenti onde longitudinali interessanti la parte del mantello prossima al limite del nucleo. Questa constatazione può essere sfruttata ai fini della determinazione della velocità media associata alle onde sismiche che hanno il loro pericentro nello strato di 100 Km circa, precedente il nucleo.

Riferiamoci alla fig. 1. In essa, per distanze epicentrali superiori a Δ_c , corrispondente al raggio sismico che, nel suo pericentro T riesce tangente al nucleo, il tempo di tragitto t di un'onda sismica che emerge nella zona d'ombra ad una distanza Δ - dopo essere stata piegata dal nucleo - sarà espresso dal tempo t_c , corrispondente alla distanza Δ_c , più il tempo di percorso lungo un arco della superficie di discontinuità, corrispondente all'angolo al centro $(\Delta - \Delta_c)/r_0$.

Se r_c è il raggio del nucleo terrestre, l'arco accennato vale $r_c \frac{\Delta - \Delta_c}{r_0}$. Se v_c è la velocità nello strato del mantello a diretto contatto col nucleo, è allora

$$t = t_c + \frac{r_c}{v_c} \frac{\Delta - \Delta_c}{r_0}.$$

Poiché t_c e Δ_c sono indipendenti da Δ , per la velocità apparente delle onde che emergono nel tratto CM si ha:

$$(1) \quad \frac{1}{V} = \frac{\partial t}{\partial \Delta} = \frac{r_c}{r_o} \frac{1}{v_c}.$$

La dromocrona delle onde piegate dallo strato del mantello a contatto col nucleo è quindi una retta.

Dalla (1), consegue

$$(2) \quad v_c = \frac{r_c}{r_o} V.$$

Il calcolo di v_c presuppone quindi la determinazione della velocità apparente V .

A tale scopo, servono le registrazioni di terremoti a profondità normale (*shallow earthquakes*). Per una prima valutazione di V si è fatto uso di

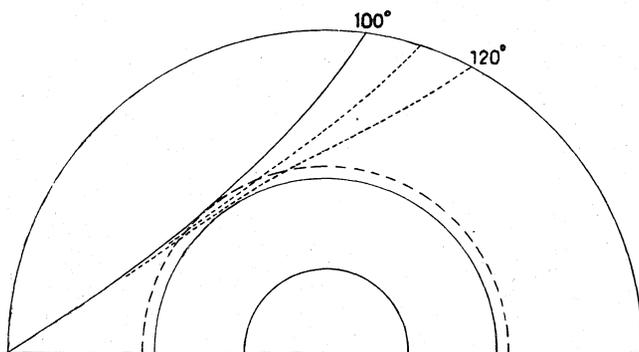


Fig. 2.

99 valori dei tempi di tragitto, per distanze epicentrali comprese fra 11.000 Km e 13.000 Km circa, tratti dall'*International Seismological Summary* in corrispondenza di 27 terremoti, con ipocentro prossimo alla superficie esterna.

I dati di partenza e i particolari dei calcoli, verranno riportati in altra sede. Qui mi limito a riportare i risultati dell'applicazione del metodo dei minimi quadrati.

Indicando con Y il tempo di tragitto in secondi e con X la corrispondente distanza epicentrale in chilometri, l'equazione più probabile della dromocrona delle onde piegate nella zona d'ombra (fig. 3) è risultata:

$$Y = (0,03986 \pm 0,0005) X + 386^s,08 \pm 6^s,68.$$

Dalla (2), fatto $r_o = 6370$ Km e $r_c = 3450$ Km, consegue

$$\underline{v_c = 13,59 \text{ Km/sec.}}$$

Gutenberg e Richter, per la parte del mantello a contatto col nucleo, e precisamente per gli ultimi 120 Km, avevano ottenuto valori varianti fra 13,75 e 13,70; Wadati [7], fra 13,69 e 13,76 Km/sec.

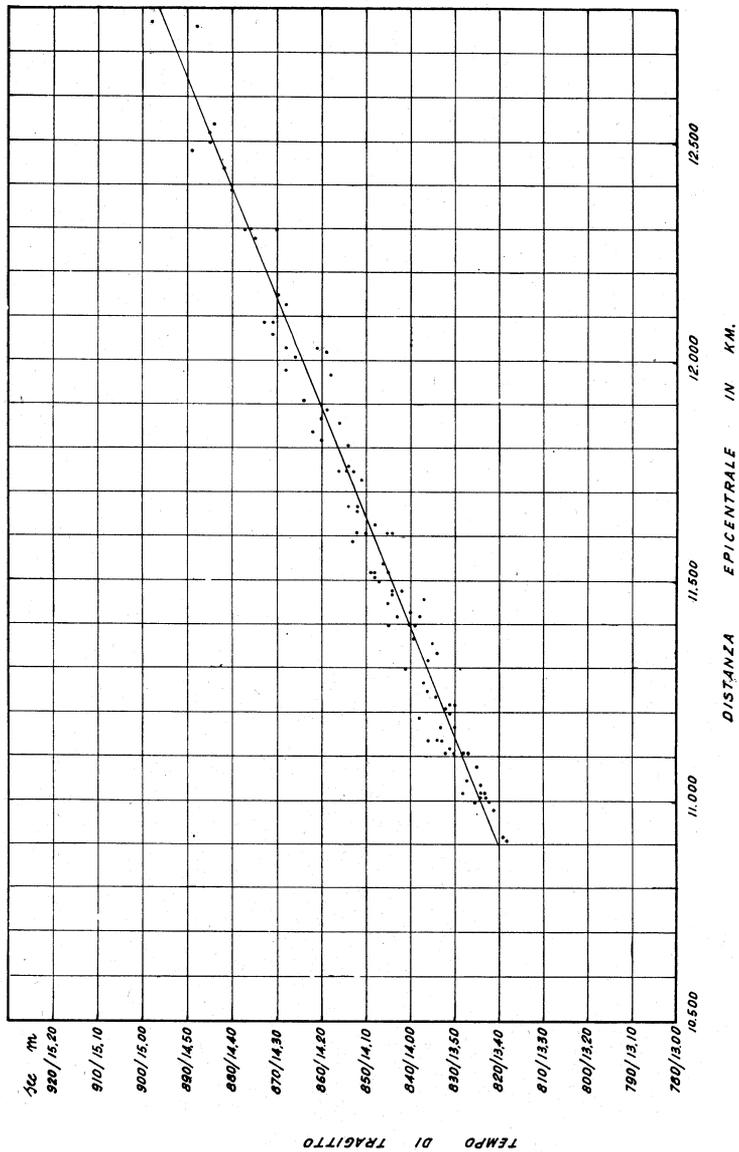


Fig. 3.

Il valore ottenuto applicando la (2) ad un forte numero di dati di osservazione porta a concludere che in corrispondenza delle ultime diecine di chilometri del mantello, la velocità di propagazione delle onde longitudinali *subisce una* – sia pur lieve – *diminuzione*. Ulteriori calcoli, estesi ad un maggior numero di dati di osservazione, potranno ancora meglio precisare il valore di v_c .

Non è da escludere che la riscontrata diminuzione di velocità, si verifichi per gli ultimi 100 Km del mantello, sotto forma di *graduale flessione* a mano a mano che ci si avvicina al nucleo. Se così fosse, come, allo stato attuale delle conoscenze, non sembra azzardato ritenere, più che per cattura da parte del nucleo per fenomeno di diffrazione, la zona d'ombra potrebbe essere determinata da fenomeno di canalizzazione dell'energia sismica, nella parte del mantello a contatto del nucleo (fig. 2). Ciò potrebbe, fra l'altro, dar ragione delle irregolarità riscontrate in superficie [2].

BIBLIOGRAFIA.

- [1] B. GUTENBERG, *Über Erdbebenwellen VII A*, « Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. », p. 192 (1914); ID., *Der Aufbau der Erde*, « Gebr. Bornträger », p. 23 (1925).
- [2] I. LEHMANN, *On the shadow zone of the earth's core*, « Bull. Seism. Soc. Am. », vol. 43, p. 303 (1953); ID., *On amplitudes of P near the shadow zone*, « Ann. Geofis. », XI (1958).
- [3] DAHM, G. CORNELIUS, *Velocity of P waves in the Earth calculated from the Macelwane P curve, 1933*, « Bull. Seism. Soc. Am. », XXVI, 1 (1936); ID., *Velocity of P and S waves calculated from the observed travel times of the Long Beach Earthquake*, « Bull. Seism. Soc. Am. », XXVI, 2 (1936).
- [4] B. GUTENBERG and C. F. RICHTER, *On seismic waves (Fourth paper)*, « Gerlands, Beitr. z. Geophysik », vol. 54, p. 106 (1939).
- [5] P. CALOI e F. PERONACI, *Il batisismo del 28 agosto 1946 e la profondità del nucleo terrestre*, « Ann. Geofis. », II, n. 4 (1949).
- [6] H. JEFFREYS, *The Earth*, 4th ed., Cambridge Univ. Press, 1959, p. 98.
- [7] K. WADATI and S. OKI, *On the travel time of the earthquake waves (Part IV)*, « The Geophys. Mag. », 1933.