

# Caratteristiche della crosta terrestre dalle Alpi agli Appennini (\*)

P. CALOI

Questa vasta zona esige una trattazione a sè.

Gli studi sui terremoti alpini hanno portato alla conclusione che le Alpi sono caratterizzate da terremoti determinati da frattura. Studi particolari su terremoti alpini sono stati condotti specialmente da Hiller, Grafe, Caloi, Schmerwitz.

Alcuni di detti terremoti hanno interessato le Alpi meridionali. Un'estesa ricerca è stata riservata al forte terremoto del Consiglio dell'18-X-1936 (1).

Per quanto si riferisce alla stratificazione della crosta terrestre, con metodi diversi sono giunto — in relazione alla zona citata — ai seguenti risultati:

	«granito»	<i>gabro</i> (basalto)
Consiglio	35 km	10 km

In corrispondenza delle Alpi meridionali quindi la superficie di Mohorovicic risulta ad una profondità di 45 km circa. Gräfe ottenne — per la zona del Tirolo — valori sensibilmente più forti (48 km per il solo strato del granito); ma non sono da escludere, nella sua trattazione, errori di interpretazione, derivanti anche dalle particolari caratteristiche del terremoto da lui studiato.

Ad ogni modo, sembra assodato che, al di sotto del sistema alpino, nel suo complesso la crosta terrestre presenti uno spessore sensibilmente più grande che nel tavolato

continentale. Il sistema delle Alpi avrebbe cioè le così dette «radici». Sono esse essenzialmente costituite dal «granito», o piuttosto, dallo strato intermedio? A prima vista, sembrerebbe vera la prima ipotesi, sebbene recenti esperienze, compiute nelle Alpi meridionali (proprio nei pressi del Consiglio) tendano a mettere in discussione questa alternativa.

Il primo lavoro sulle caratteristiche sismiche degli Appennini fu compiuto nel 1940 (2-4) e fu dedicato al terremoto dell'Appennino toscano-romagnolo dell'11 Febbraio 1939. Caloi ottenne per lo spessore del granito — per la zona interessata dal terremoto — il valore di 25 km circa. Per la Garfagnana (Alpi Apuane) E. Rosini (5) ottenne un valore di circa 30 km per lo spessore del «granito» e di 15 km circa per quello del «gabro» (basalto).

Per la Toscana, lo strato del «granito» risulterebbe pertanto da 25 a 30 km (dagli Appennini alle Alpi Apuane), mentre come per le Alpi — la superficie di Mohorovicic risulterebbe a 45 km ca.

Altre ricerche sono state condotte su terremoti avvenuti nell'Italia centrale, con particolare riguardo al Gran Sasso d'Italia, dove lo strato del «granito» è risultato di spessore pari a 25 km ca (6), mentre il basalto (o gabro) sembra raggiungere spessori alquanto più grandi.

Come per le Alpi che — sulla base di ricerche condotte da Caloi (7) — presentano il massimo spessore in corrispondenza del Tirolo, così gli Appennini sembrano presentare lo spessore massimo in corrispondenza del Gran Sasso d'Italia (8).

(\*) Comunicazione presentata all'XI Assemblée Generale dell'U.G.G.I. (Toronto, 1-14 Settembre 1957).

Tra i due sistemi di montagne accennati si estende la valle del Po. Un forte terremoto avvenuto in detta valle — nella zona di

continentali — di tre tipi ( $C_{0,1}$ ;  $C_{1,1}$ ;  $C_{2,1}$ ), corrispondenti cioè a tre superficie di discontinuità<sup>(10)</sup> (fig. 1).

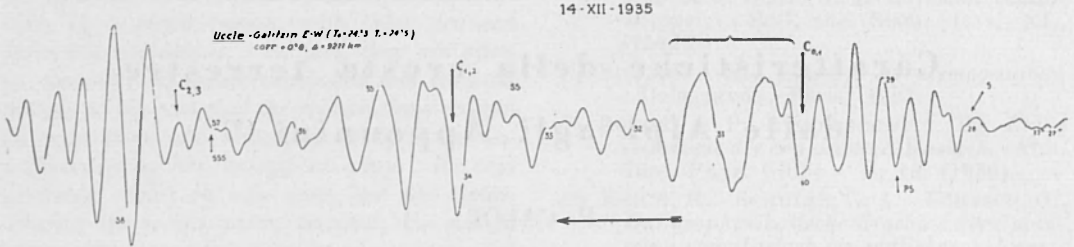


Fig. 1.

Lodi — nel 1951, in circostanze di luogo e di estrinsecazione del tutto eccezionali, ha consentito il rilevamento di preziosi elementi circa la costituzione profonda della crosta terrestre in corrispondenza della Val Padana<sup>(9)</sup>. Riassumo qui di seguito i risultati ottenuti, per quanto concerne lo spessore delle stratificazioni — valori medi, naturalmente —:

	Spessori Km
sedimenti alluvionali . . . . .	4-6
granito . . . . .	10
intermedio . . . . .	7
gabbro? . . . . .	11

L'esistenza di tre strati sovrapposti (oltre allo strato alluvionale) in corrispondenza della Valle del Po pone il problema della saldatura con le limitrofe stratificazioni montagnose a Nord e a Sud. La crosta ter-

A Salò e a Trieste, ai margini meridionali del sistema alpino, nonché a Bologna, ai margini settentrionali dell'Appennino Tosco-emiliano, vengono registrati frequentemente i tre tipi accennati di onde  $C_{i,j}$ .

2. - Nel Febbraio 1957 ebbi occasione di registrare nella Valle del Vajont (affluente del Piave), con l'ausilio di un vibrografo « Askania », le vibrazioni destinate dall'esplosione di una mina di circa 20 q. d'esplosivo. A circa 4,5 sec. dall'inizio (fig. 2), si ebbe la registrazione di chiare oscillazioni, attribuibili a riflessione sulla sottostante superficie di discontinuità. Poichè la velocità per le onde  $Pg$  nella zona è dell'ordine di 5,7 km/sec, ne consegue per detta superficie di discontinuità la profondità di 13 km ca. Osserviamo che, il forte terremoto del Canisoglio dell'8-X-1936 ebbe a verificarsi una quindicina di chilometri più a Sud, ad una profondità di 17 km circa.

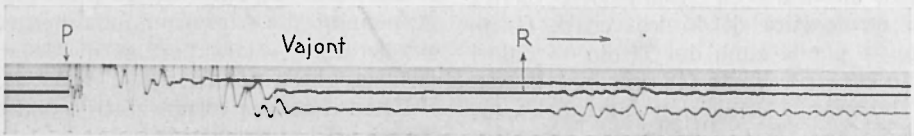


Fig. 2. - Registrazione di una grossa esplosione nella zona di Longarone (1/9 circa dell'originale).

restre consiste davvero di due soli strati in corrispondenza delle Alpi e degli Appennini? Ciò è molto improbabile, per due motivi almeno.

1. - Ho provato, studiando le onde  $C_{i,j}$  che nascono alla base delle stratificazioni della crosta, che esse sono — nelle zone

È quindi probabile che lo strato del « granito », il cui spessore fu valutato per la zona in 35 km, risulti in realtà di due strati sovrapposti: lo strato esterno del « granito » — spessore di 15 km ca. — seguito dallo strato intermedio di 20 km circa (fig. 3). In tal modo la continuità delle stratificazioni profonde, almeno verso il

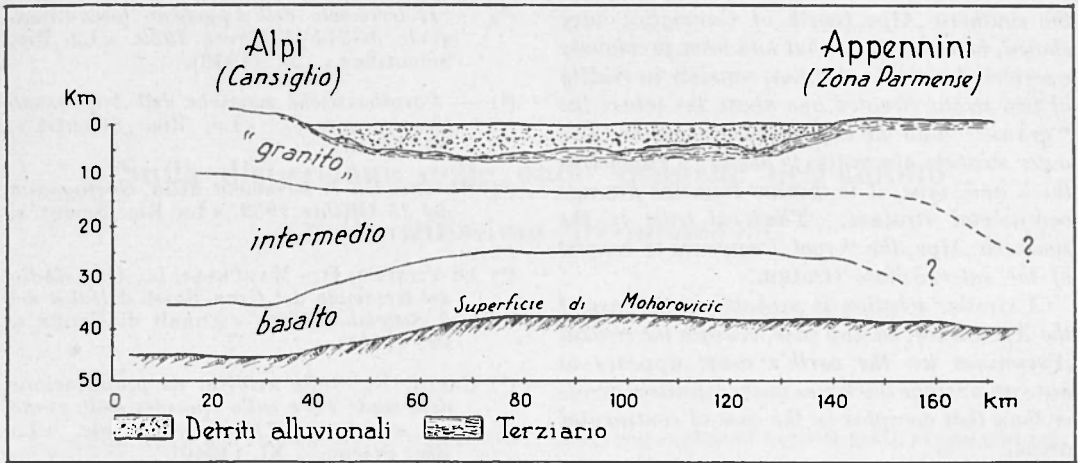


Fig. 3

sistema alpino, può ritenersi effettiva: la « radice » delle Alpi — ameno per la zona del Cansiglio — sarebbe costituita dagli strati basaltici, mentre lo strato del « granito » vi figurerebbe piuttosto sollevato, nei riguardi dei valori medi attribuibili a detta stratificazione nella zona continentale in genere.

RIASSUNTO

Il problema delle « radici » delle montagne è ancora controverso. La loro esistenza è stata confermata da Gutenberg per la catena del Nevada e da Caloi per le Alpi e gli Appennini. Altri hanno negato la loro realtà. Sembra però ormai fuori di dubbio che in corrispondenza dei sistemi di montagne la crosta terrestre presenta i massimi spessori.

Anche le esperienze condotte su grandi esplosioni — specie quelle compiute dai russi — conducono alla stessa conclusione.

Restava piuttosto da stabilire quale delle tre stratificazioni costituenti la crosta terrestre costituisce la così detta « radice ». In un primo tempo, per quanto concerne le Alpi, sembrava che il « granito » costituisse la vera e propria radice. Recenti esperienze, condotte nelle Alpi meridionali (a Nord del Cansiglio) provano però che — quello precedentemente considerato come strato unico, consiste realmente di due strati sovrapposti: il « granito » e lo strato intermedio. Lo strato esterno del granito ha

uno spessore di 13 Km. ca., inferiore quindi alla media continentale di questo strato: pertanto nelle Alpi meridionali almeno — la « radice » risulta costituita dallo strato intermedio.

Per l'Appennino è probabile una soluzione analoga: ad ogni modo, anche in corrispondenza dell'Appennino centrale la crosta terrestre si presenta con uno spessore complessivo nettamente superiore a quello ammesso per le zone continentali.

Nel lavoro sono pure riportate le caratteristiche sismiche fondamentali della Valle padana.

ABSTRACT

The problem of the " roots " of mountains is still a controversial one. Their existence has been confirmed by Gutenberg as regards Nevada and by Caloi as regards the Alps and the Apennines. Others have denied their existence. It seems, however, an undoubted fact that beneath mountain ranges the earth's crust is endowed with maximum thickness.

Studies of big explosions, especially those accomplished by Russian scientists, have also led to the same conclusion.

It remained, nevertheless, to establish which of the three stratifications making up the earth's crust constitutes the so-called " root ". At first, as far as the Alps are concerned, it seemed that " granite " constitutes a root true and proper. Recent experiments conducted in

the southern Alps (north of Cansiglio) have shown, however, that what had been previously considered a single stratum, consists in reality of two strata situated one above the other: the "granite" and the intermediate stratum. The outer stratum of granite is about 13 kilometres thick and, thus, it is thinner than the average continental stratum. Thus, at least in the southern Alps, the "root" appears to consist of the intermediate stratum.

A similar solution is probable in the case of the Apennines; in any case, beneath the central Apennines too the earth's crust appears to have an average thickness quite definitely greater than that accepted in the case of continental areas.

The present study lists also the fundamental seismic features of the Valley of the Po.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) CALOI, P., *Ricerche su terremoti ad origine vicina. Scosse del Cansiglio dell'Ottobre 1936.* « Ricerca Scientifica », IX, (1938).
- (2) — *Caratteristiche sismiche fondamentali dell'Europa centrale.* « Boll. Soc. Sismol. It. », XL, (1942).
- (3) — *Il terremoto dell'Appennino tosco-romagnolo dell'11 Febbraio 1939.* « La Ric. Scientifica », X, (1939).
- (4) — *Caratteristiche sismiche dell'Appennino tosco-romagnolo.* « La Ric. Scientif. », XI, (1940).
- (5) ROSINI, E., *Il terremoto della Garfagnana del 15 Ottobre 1939.* « La Ric. Scient. », XI, (1940).
- (6) DI FILIPPO, D. - MARCELLI, L., *Uno studio del terremoto del Gran Sasso d'Italia del 5 Settembre 1950.* « Annali di Geofis. », IV, (1951).
- (7) CALOI, P., *Sulla velocità di propagazione delle onde P\* e sullo spessore dello strato del granito nell'Europa centrale.* « La Ric. Scient. », XI, (1940).
- (8) DI FILIPPO, D. - MARCELLI, L., *Tempi di tragitto delle onde P\* e spessore dello strato del granito nell'Italia Centrale.* « Ann. Geofis. », IV, (1951).
- (9) CALOI, P. - DE PANFILIS, M. - DI FILIPPO, D. - MARCELLI, L. - SPADEA, M. C., *Terremoti della Val Padana del 15-16 Maggio 1956.* « Ann. Geofis. », IX, (1956).
- (10) CALOI, P., *C<sub>i,j</sub>.* « Ann. Geofis. », VIII, (1955).