

Natura fisica della scossa all'ipocentro di alcuni terremoti profondi nel Mediterraneo

D. DI FILIPPO - F. PERONACI

ricevuto il 1° dicembre 1959

Il Mediterraneo si riteneva privo di centri sismici profondi. Ulteriormente, però, ne sono stati posti in evidenza un certo numero di cui alcuni hanno dato luogo a terremoti di notevole intensità; questo fatto ha originato una serie di ricerche da parte di studiosi di geofisica; ricordiamo tra gli altri Gutenberg, Richter, Caloi, Peterschmitt. Le conclusioni a cui si è giunti hanno consentito di stabilire che mentre la dorsale appenninica e l'Adriatico presentano terremoti caratterizzati da un meccanismo

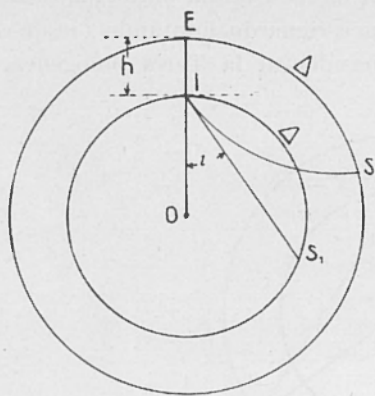


Fig. 1

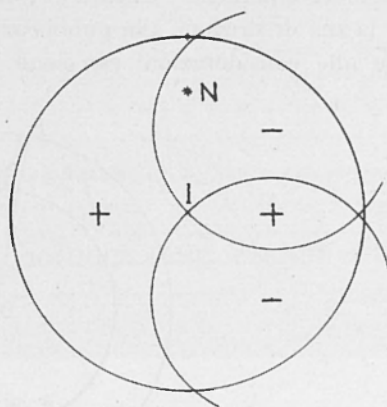


Fig. 2

di sollevamento e di sprofondamento rispettivamente, i terremoti profondi che si sono verificati nel Basso Tirreno e nel Mediterraneo occidentale presentano in prevalenza lo schema della frattura. Partendo da queste considerazioni ci siamo proposti di approfondire la questione indagando sul meccanismo che ha dato origine alla scossa per il maggior

numero di terremoti possibili onde porre in evidenza la giacitura e l'orientazione di eventuali faglie a grande profondità, interessanti la zona che separa l'Europa dal continente africano.

Il procedimento seguito è dovuto ad uno di noi; esso consiste nella estensione ai terremoti profondi del metodo proposto da Byerly per i

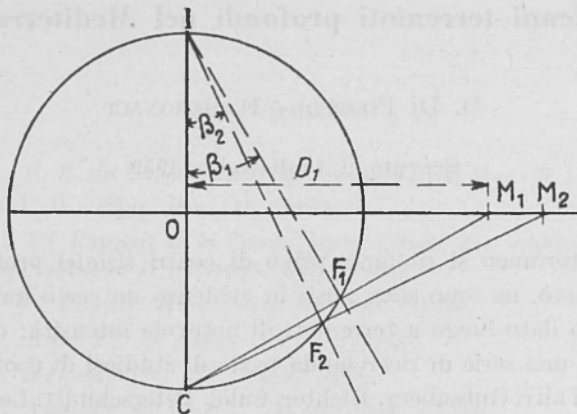


Fig. 3

terremoti superficiali; trattandosi di un metodo ormai noto rimandiamo per la sua descrizione alla pubblicazione a riguardo, limitandoci in questa sede alle considerazioni essenziali. Considerata la Terra omogenea, e

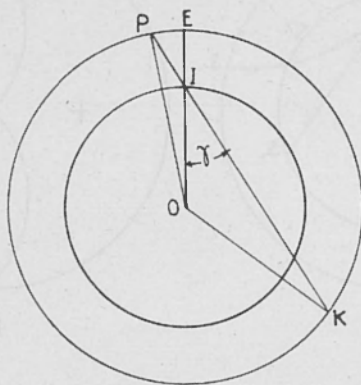


Fig. 4

quindi i raggi sismici rettilinei, se rappresentiamo con i due cerchi concentrici di fig. 1 le sezioni della Terra e della sfera ipocentrale si deve sostituire al raggio sismico IS il corrispondente rettificato IS_1 .

S_1 rappresenterà sulla sfera ipocentrale la posizione della stazione S , mentre la distanza Δ_1 si calcherà, nota la distanza epicentrale Δ , le

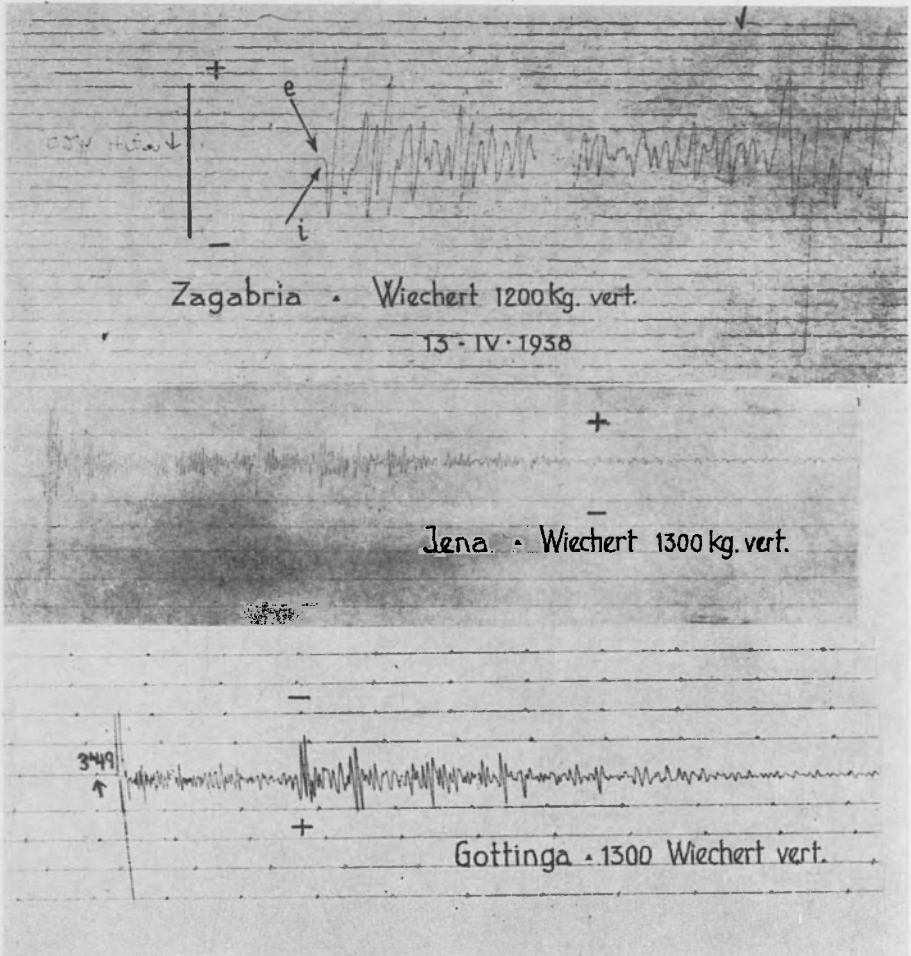


Fig. 5

coordinate ipocentrali e la velocità V_h all'ipocentro, integrando la relazione fondamentale che regola il propagarsi dei raggi sismici:

$$\frac{r_h \text{ sen } i_h}{V_h} = \frac{r_o \text{ sen } i_o}{V_o}$$

Infatti ricordando la relazione di Benndorf $\text{sen } i_o = \frac{V_o}{v_n}$, ove v_n è la velocità apparente alla distanza Δ , si ottiene

$$\text{sen } i_h = \frac{r_o V_h}{r_h \frac{d\Delta}{dt}}$$

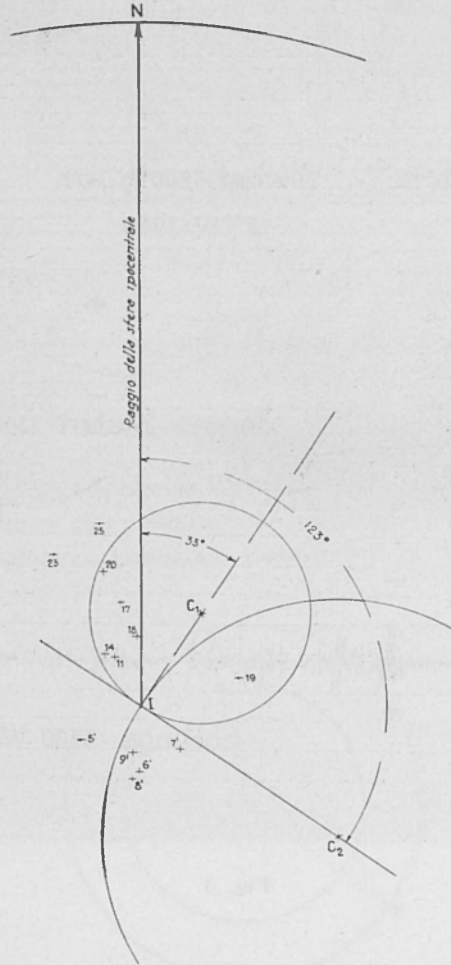


Fig. 6

che permette di calcolare l'angolo i_h all'ipocentro del raggio sismico considerato; l'angolo complementare di i_h fornirà direttamente in gradi la distanza Δ_1 che in proiezione stereografica sul piano equatoriale della

sfera ipocentrale, risulterà data dal valore di $\cot i_n$. Per quanto riguarda l'azimut di S_1 rispetto al meridiano passante per l'ipocentro e diretto verso il Nord, esso coincide con quello calcolato per la stazione S che si considera.

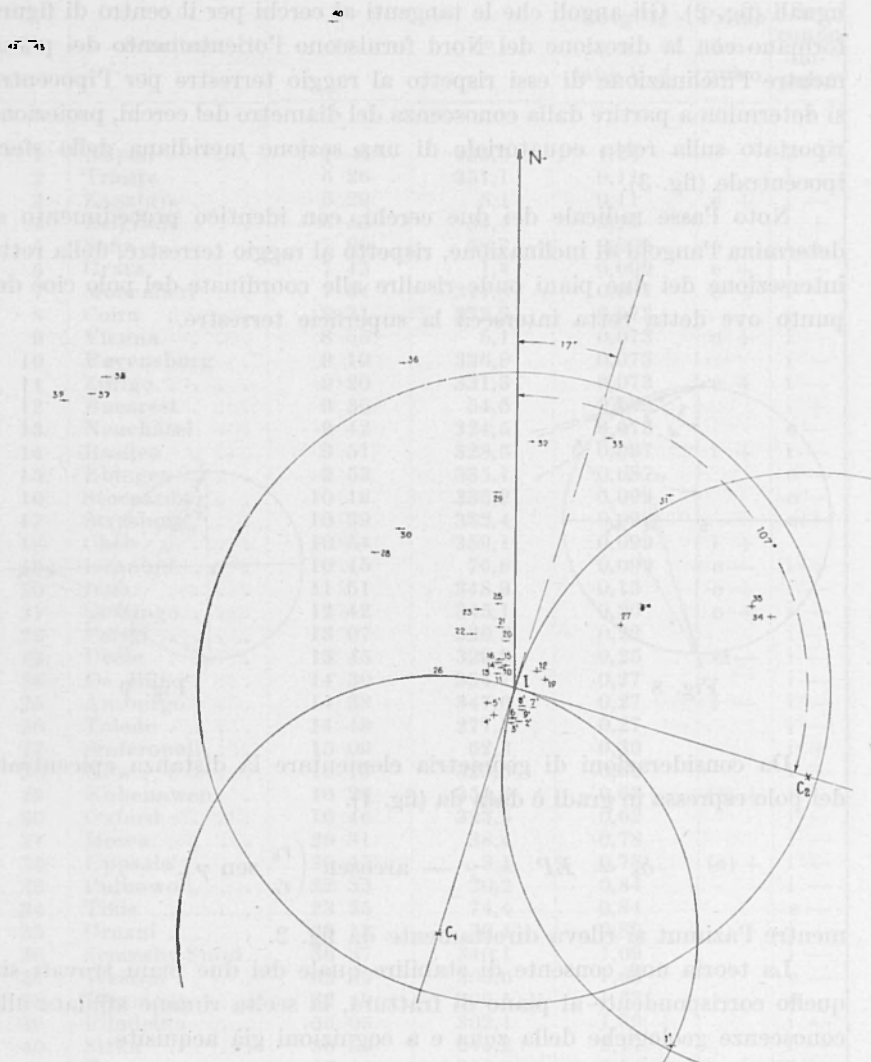


Fig. 7

Ottenuti gli elementi necessari per riportare le posizioni delle stazioni in proiezione stereografica con l'ipocentro centro della figura, si riporta per ogni stazione il segno del primo impulso, e se la natura del

meccanismo della scossa è una frattura, la distribuzione degli impulsi iniziali consente di individuare la posizione dei due cerchi, ortogonali tra loro e passanti per l'ipocentro, che delimitano le quattro zone di dilatazione e compressione tali che a zone opposte corrispondano impulsi uguali (fig. 2). Gli angoli che le tangenti ai cerchi per il centro di figura formano con la direzione del Nord forniscono l'orientamento dei piani, mentre l'inclinazione di essi rispetto al raggio terrestre per l'ipocentro si determina a partire dalla conoscenza del diametro dei cerchi, proiezione riportato sulla retta equatoriale di una sezione meridiana della sfera ipocentrale (fig. 3).

Noto l'asse radicale dei due cerchi, con identico procedimento si determina l'angolo di inclinazione, rispetto al raggio terrestre, della retta intersezione dei due piani onde risalire alle coordinate del polo cioè del punto ove detta retta interseca la superficie terrestre.

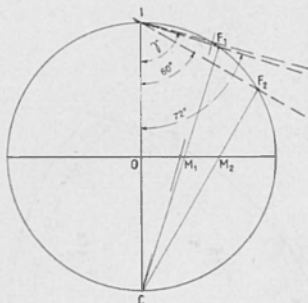


Fig. 8

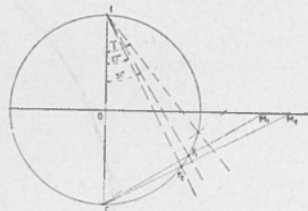


Fig. 9

Da considerazioni di geometria elementare la distanza epicentrale del polo espressa in gradi è data da (fig. 4).

$$\delta_p = EP = \gamma - \arccos \left(\frac{r_h}{r_o} \sin \gamma \right),$$

mentre l'azimut si rileva direttamente da fig. 2.

La teoria non consente di stabilire quale dei due piani trovati sia quello corrispondente al piano di frattura, la scelta rimane affidata alle conoscenze geologiche della zona e a cognizioni già acquisite.

Dato che la mole del lavoro richiesto per un esame accurato del problema è notevole, in questo primo lavoro ci siamo limitati ad esaminare quattro dei più forti terremoti profondi e precisamente quello delle isole Lipari del 13.IV.1938, del Basso Tirreno del 14.III.1941, del Golfo di Policastro del 26.XII.1952 e della Spagna meridionale del 29.III.1954.

Tabella I

N.	Stazione	λ°	α°	Cotg i_h o $\text{tang } \frac{1}{2} A_1$	Primo im- pulso	Se- condo im- pulso
1	Napoli	10 41'	335,6	1,24		e —
2	Trieste	6 26	351,1	0,11		i —
3	Zagabria	6 29	5,1	0,11	e +	i —
4	Belgrado	6 43	34,1	0,11		i +
5	Sofia	7 00	58,7	0,009	e —	i +
6	Gratz	7 43	1,4	0,099	e +	i —
7	Moncalieri	7 54	317,8	0,087	e +	i —
8	Coira	8 31	332,9	0,073		i —
9	Vienna	8 55	5,1	0,073	e +	i —
10	Revensburg	9 19	336,9	0,073		i —
11	Zurigo	9 20	331,3	0,073	e +	i —
12	Bucarest	9 36	54,5	0,073		i +
13	Neuchâtel	9 42	324,5	0,073		e —
14	Basilea	9 51	328,5	0,087	i +	i —
15	Ebingen	9 53	335,1	0,087		e —
16	Stoccarda	10 19	336,2	0,099		e —
17	Strasburg	10 39	332,4	0,099		e +
18	Cheb	10 54	359,1	0,099	i +	
19	Istanbul	10 45	76,6	0,099	e —	i +
20	Iena	11 51	348,9	0,15	e +	i —
21	Gottinga	12 42	345,1	0,20	e +	i —
22	Parigi	13 07	320,3	0,22		i —
23	Uecle	13 45	329,9	0,25	ei —	i —
24	De Bilt	14 30	334,7	0,27		i —
25	Amburgo	14 38	347,6	0,27	i —	i —
26	Toledo	14 49	277,1	0,27		i —
27	Sinferopoli	15 06	62,3	0,39		i +
28	Kew	16 13	323,3	0,62		i —
29	Kobenawen	16 26	354,6	0,62	(e) +	i —
30	Oxford	16 46	323,5	0,62		i —
31	Mosca	20 31	38,4	0,78		i —
32	Uppsala	20 45	3,1	0,78	(e) +	i —
33	Pulkowo	22 33	20,2	0,84		i —
34	Tiflis	23 35	74,4	0,84		e —
35	Grozni	23 13	70,4	0,89		i +
36	Scoresby Sund	36 37	340,1	1,09		i —
37	Weston	62 39	303,6	1,63		e —
38	Wermont	62 49	306,5	1,63		e —
39	Filadelfia	65 05	302,1	1,69		i —
40	Sitka	80 55	344,2	2,17		i —
41	Tucson	92 54	316,6	2,54		e —
42	M. Wilson	94 57	322,7	2,58		i —
43	Pasadena	95 04	322,8	2,58		i —

TERREMOTO DELLE ISOLE LIPARI DEL 13.IV.1938.

Il terremoto è stato oggetto di studio da parte di molti ricercatori che concordemente hanno fissato la profondità ipocentrale ad un valore superiore ai 230 km.

Tabella 2

N.	Osservatori	Imp. iniziali	λ_0	α_0	λ_1
1	Tunisi	—	20,277	222°,93	—
2	Napoli	—	2,910	33,55	—
3	Polistena	+	2,105	86,26	—
4	Roma	—	3,478	4,41	—
5	Prato	—	5,500	352,38	—
6	Padova	—	6,964	358,51	4°,60
7	Marsiglia	+	7,025	315,66	5,30
8	Treviso	—	7,228	0,33	7,30
9	Trieste	—	7,311	8,98	8,10
10	Moncalieri	+	7,342	334,71	8,40
11	Coira	—	8,623	346,55	17,48
12	Zurigo	—	9,298	344,98	22,00
13	Neuchâtel	+	9,357	337,80	22,40
14	Basilea	—	9,682	341,47	24,52
15	Monaco	—	9,715	357,96	24,72
16	Clermont	—	9,986	320,20	26,60
17	Vienna	—	10,278	16,01	28,20
18	Budapest	—	10,365	26,76	29,12
19	Bucarest	+	12,038	55,79	37,70
20	Jena	—	12,504	358,43	40,00
21	Toledo	+	12,584	281,37	40,40
22	Gottinga	—	13,195	351,37	43,46
23	Uccle	—	13,522	338,58	45,10
24	De Bilt	—	14,491	342,74	49,96
25	Copenaghen	—	17,245	0,62	63,00

I nostri calcoli sono stati condotti a partire dai seguenti valori ricavati da Caloi-Giorgi ottenuti come media ponderale dei risultati relativi a due diversi metodi:

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= 39^{\circ}21',6 \pm 2',6 \text{ N (latit. geografica)} \\ \lambda_0 &= 15^{\circ}10',3 \pm 1',6 \text{ E} \\ H_0 &= 02^{\text{h}}45^{\text{m}}50^{\text{s}},1 \pm 1^{\text{s}},3 \\ h &= 290,9 \pm 7,8 \text{ km.} \end{aligned}$$

L'esame dei sismogrammi ha posto in evidenza che il forte impeto presente in tutte le stazioni (anche le più lontane), è preceduto in alcuni osservatori più vicini o meglio attrezzati, da una leggera emersio spesso di verso opposto all'impeto (vedi fig. 5). Abbiamo creduto opportuno tener conto anche di tale lieve emersio per le stazioni che ne consentivano il rilievo, di conseguenza sono state eseguite due distinte determinazioni che hanno entrambe condotto ad uno schema di frattura.

I dati necessari alle rappresentazioni cartografiche della distribuzione degli impulsi iniziali sono riportati nella tabella 1 ove per le velocità apparenti ci siamo serviti delle dromocrone di Jeffreys, mentre la velocità all'ipocentro dell'onda P è stata fissata al valore di 8,50 km/sec consigliato da Gutenberg.

Tabella 3

N.	Stazione	A°	a°	Cotang i_h o $\text{tang } \frac{1}{2} A_1$	Impulso iniziale
1	Messina	1 ^o ,76	180 ^o ,0	0,978	i —
2	Roma	3 ,01	310 ,5	0,669	i +
3	Firenze	4 ,98	320 ,6	0,240	i +
4	Prato	5 ,13	321 ,1	0,230	e +
5	Bologna	5 ,50	326 ,7	0,225	i +
6	Trieste	5 ,82	347 ,6	0,215	e —
7	Belgrado	6 ,06	33 ,7	0,215	i —
8	Atene	6 ,67	75 ,2	0,215	i —
9	Zurigo	8 ,96	329 ,0	0,215	i —
10	Neuchâtel	9 ,40	321 ,2	0,215	e —
11	Stoccarda	9 ,91	334 ,8	0,215	ei —
12	Besançon	10 ,05	319 ,6	0,215	e +
13	Strasburgo	10 ,26	329 ,7	0,215	i —
14	Algeri	10 ,32	256 ,2	0,220	ei +
15	Elwan	16 ,39	123 ,1	0,669	i +
16	Tamarrasett	19 ,11	209 ,4	0,812	ei —
17	Wittewen	14 ,27	337 ,2	0,360	e —
18	Kiruna	28 ,07	3 ,9	1,049	i —

La fig. 6 mostra la distribuzione dei primi impulsi riferiti alle emersio, mentre la fig. 7 è il risultato dell'esame degli impeti. Le figure 8 e 9 danno gli angoli di inclinazione nei due casi. In definitiva i valori ottenuti sono:

$$\begin{array}{ll}
 \alpha_1' = 33^{\circ} \text{ E} & \beta_1' = 60^{\circ} \\
 \alpha_2' = 123^{\circ} \text{ E} & \beta_2' = 72^{\circ} \\
 \alpha_1'' = 17^{\circ} \text{ E} & \beta_1'' = 27^{\circ} \\
 \alpha_2'' = 107^{\circ} \text{ E} & \beta_2'' = 31^{\circ}
 \end{array}$$

ove gli apici si riferiscono alla 1^a e alla 2^a interpretazione.

Le coordinate del polo sono rispettivamente

$$\begin{array}{lll} \gamma' = 74^{\circ},5 & \delta'_p = 7^{\circ},6 & \psi'_p = 58^{\circ},5 \text{ E} \\ \gamma'' = 39^{\circ},2 & \delta''_p = 2^{\circ},1 & \psi''_p = 156^{\circ} \text{ E} \end{array}$$

TERREMOTO DEL BASSO TIRRENO DEL 16.III.1941.

Lo studio di questo terremoto è stato eseguito da uno di noi, gli elementi calcolati sono:

$$\begin{array}{l} \varphi_0 = 38^{\circ}26'19'' \text{ N (latit. geografica)} \\ \lambda_0 = 12^{\circ}07'23'' \text{ E} \\ H_0 = 16^h35^m13^s,2 \\ h = 85 \text{ km.} \end{array}$$

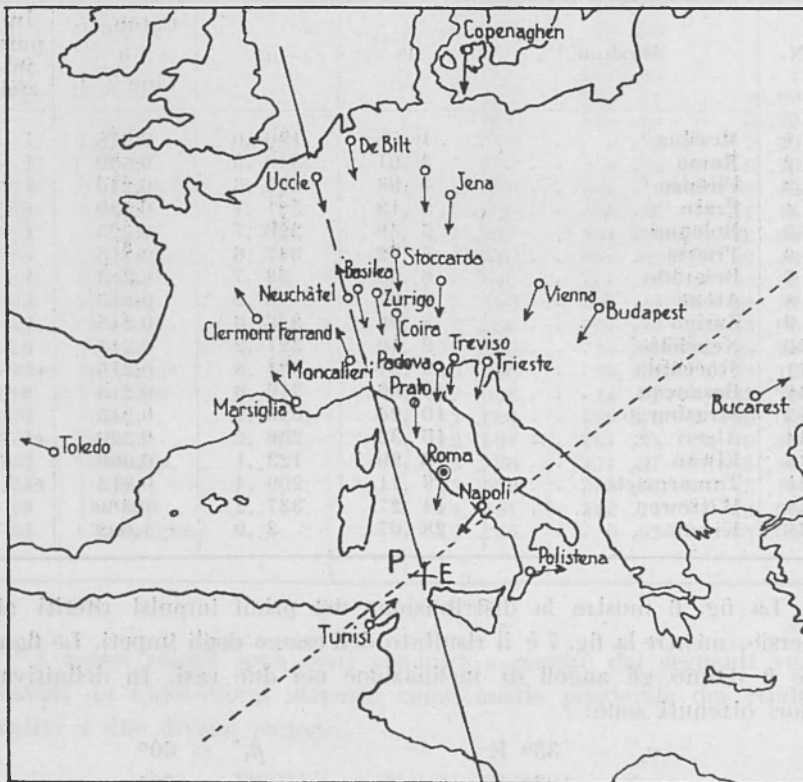


Fig. 10

Un primo esame della distribuzione degli impulsi iniziali ha condotto allo schema caratteristico della frattura, ove però la intersezione delle

rette nodali non coincideva con l'epicentro, inoltre tali rette non risultavano perpendicolari tra loro (fig. 10).

Eseguita la proiezione stereografica sulla sfera ipocentrale in base agli elementi di cui alla tabella 2, le proiezioni dei due cerchi risultano

Tabella 4

N.	Stazioni	λ°	α°	Cotang i_h o tang $\frac{1}{2} \Delta'$	Primo im- pulso
1	Algeri	5° 14' 20"	174 14 34	(0.04570)	+
2	Pavia	12 34 00	45 27 27	0.19936	—
3	Bologna	13 17 17	52 50 54	»	—
4	Roma	13 18 17	63 16 51	»	—
5	Zurigo	13 40 43	44 52 20	»	—
6	Coira	13 48 17	40 26 49	»	—
7	Stoccarda	14 26 51	35 07 52	»	—
8	Ucele	14 53 52	20 17 60	»	—
9	Messina	15 09 09	79 18 40	0.29130	—
10	Trieste	15 33 15	50 51 53	»	—
11	De Bilt	16 18 07	19 22 28	0.34400	—
12	Rathfaanham	16 24 55	354 04 50	»	+
13	Zagabria	17 01 53	43 02 32	»	—
14	Praga	18 22 07	39 03 27	0.36496	—
15	Amburgo	19 02 00	25 08 21	0.39829	—
16	Belgrado	19 40 24	59 06 40	»	—
17	Atene	21 36 04	99 06	»	—
18	Uppsala	26 35 41	23 59 13	0.51835	—
19	Reykjavik	29 22 21	343 04 09	0.54673	+
20	Kiruna	33 41 21	16 06 51	0.60165	—
21	Seven hills	49 34 52	304 07 25	0.87236	+
22	Shawinigan Falls	50 52 18	303 41 00	0.89988	+
23	Weston Mass	51 13 03	298 35 04	0.92817	+
24	Ottawa	53 18 20	303 02 22	0.95673	+
25	New York	53 37 46	297 15 43	»	+
26	Kirkland	55 16 34	307 35 03	1.01465	+
27	Fort de France	57 02 50	283 02 09	1.04401	+
28	Merida	74 42 32	284 48 43	1.44958	+
29	Vera Cruz	80 40 00	286 49 27	1.61388	+
30	Chihauahua	81 55 43	299 56 20	»	+
31	Shasta	84 32 35	311 58 17	1.75319	+
32	Tinemaha	84 44 14	313 06 15	»	+
33	China Lake	85 12 45	311 52 33	1.80281	+
34	Riverside	86 19 08	310 25 07	»	+
35	Palomar	86 26 22	309 39 45	»	+
36	Berkeley	86 28 31	315 58 09	»	+
37	Monte Wilson	86 34 10	310 57 44	»	+
38	Pasadena	86 41 56	310 50 00	»	+
39	Taebaia	87 32 06	289 04 12	»	+
40	La Paz	101 47 41	242 18 47	1.96120	—

ortogonali nell'ipocentro. Le figure 11 e 12 hanno permesso di giungere ai seguenti valori:

$$\begin{array}{lll} a_1 = 22^{\circ}15' \text{ W} & & \beta_1 = 0^{\circ} \\ a_2 = 67^{\circ}45' \text{ E} & & \beta_2 = 31^{\circ} \\ \gamma = 31^{\circ} & \delta_p = 0^{\circ},54 & \psi_p = 157^{\circ},75 \text{ E.} \end{array}$$

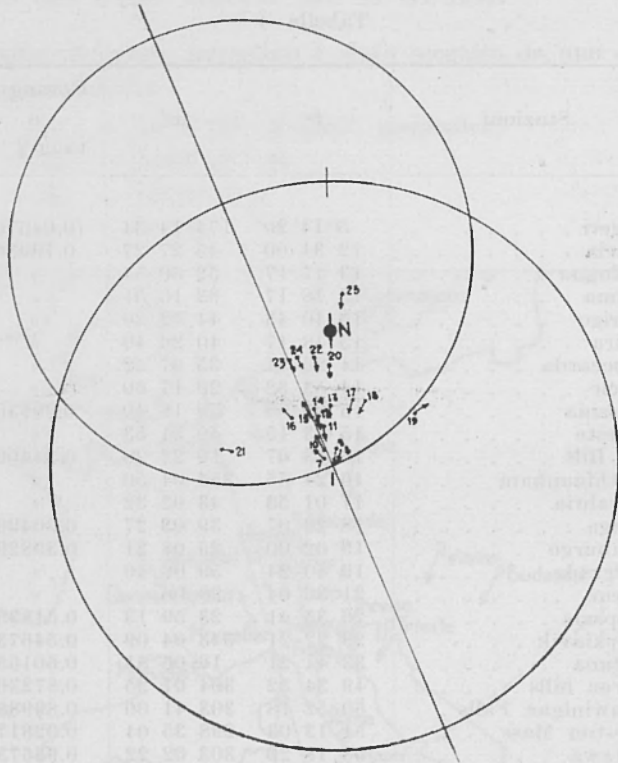


Fig. 11

TERREMOTO DEL GOLFO DI POLICASTRO 26.XII.1952.

I dati ipocentrali del terremoto sono stati determinati da A. Girlanda

$$\varphi'_o = 39^{\circ}46',279 \pm 01',957 \text{ N} \quad (\text{latit. geocentrica})$$

$$\varphi_o = 39^{\circ}57',68 \text{ N} \quad (\text{latit. geografica})$$

$$\lambda_o = 15^{\circ}32',798 \pm 04',072 \text{ E}$$

$$H_o = 23^{\text{h}}55^{\text{m}}55^{\text{s}},6 \pm 0^{\text{s}},6$$

$$h = 264,6 \pm 10,1 \text{ km.}$$

I valori riportati nella tabella 3 sono stati ottenuti assumendo la velocità all'epicentro pari a 8,34 km/sec e calcolando le velocità apparenti delle *P* per le varie distanze con le dromocrone di Jeffreys. La fig. 13 relativa alla distribuzione dei versi degli impulsi iniziali mostra che

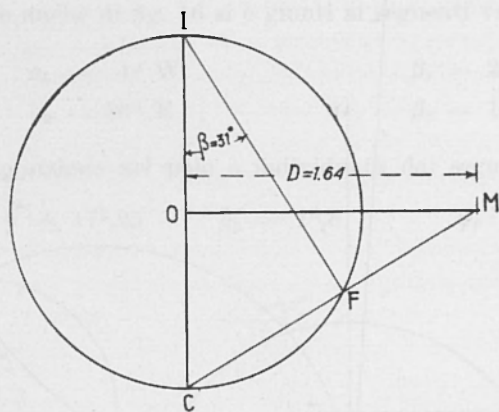


Fig. 12

anche questa volta il meccanismo che ha originato il terremoto è una frattura secondo due possibili piani i cui azimut rispetto al Nord sono

$$a_1 = 26^\circ \text{ W}$$

$$a_2 = 64^\circ \text{ E}$$

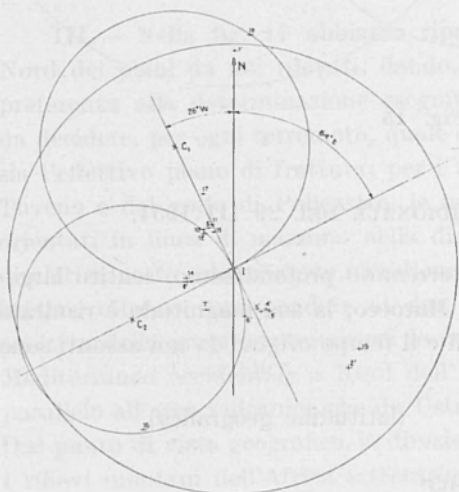


Fig. 13

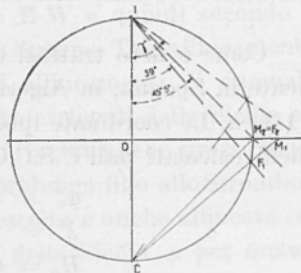


Fig. 14

I corrispondenti angoli di inclinazione e le coordinate del polo sono (fig. 14):

$$\beta_1 = 45,5^\circ; \quad \rho_2 = 39^\circ; \quad \gamma = 55^\circ; \quad \delta_p = 3^\circ,3; \quad \psi_p = 284^\circ,5 \text{ E}$$

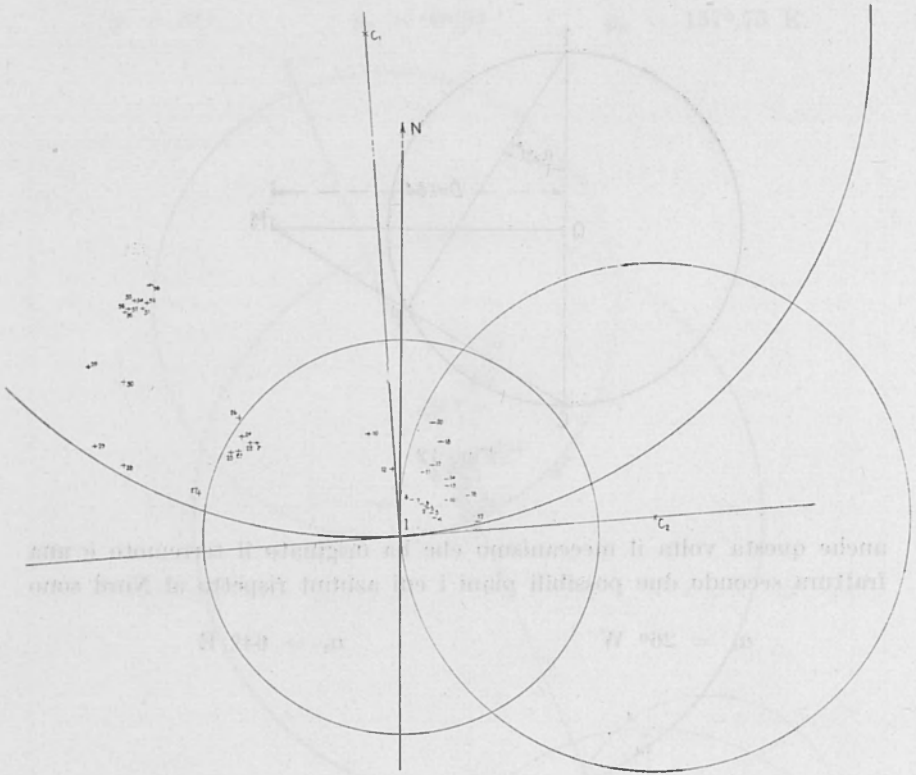


Fig. 15

TERREMOTO DELLA SPAGNA MERIDIONALE DEL 29.III.1954.

Come è noto trattasi di un terremoto profondissimo, sentito largamente in Spagna, in Algeria e in Marocco; la sua magnitudo è risultata 7 1/4 ca. Le coordinate ipocentrali e il tempo origine da noi assunti sono quelli calcolati dall'U.S.C.G.S.

$$\varphi_o = 37^\circ \text{ N} \quad (\text{latitudine geografica})$$

$$\lambda^\circ = 3,5^\circ \text{ W}$$

$$H_o = 06^h 17^m 05^s$$

$$h = 650 \text{ km.}$$

I calcoli, in coordinate geocentriche, sono stati eseguiti a partire dalla velocità $V_h = 10,3$ km/sec, che è quella calcolata da Gutenberg per 650 km mentre le velocità apparenti si sono ottenute interpolando le dromocrone di Jeffreys. La tabella 4 è il risultato dei calcoli stessi. Il terremoto, come mostra la fig. 15 è dovuto ad una frattura, per cui tenendo conto anche di fig. 16 si è giunti ai seguenti valori:

$$\begin{array}{ll} \alpha_1 = 4^\circ \text{ W} & \beta_1 = 20,5^\circ \\ \alpha_2 = 86^\circ \text{ E} & \beta_2 = 10,5^\circ \end{array}$$

mentre la posizione del polo è individuata dai seguenti dati:

$$\gamma = 17^\circ,25 \quad \delta_p = 1^\circ,8 \quad \psi_p = 58^\circ,5 \text{ E.}$$

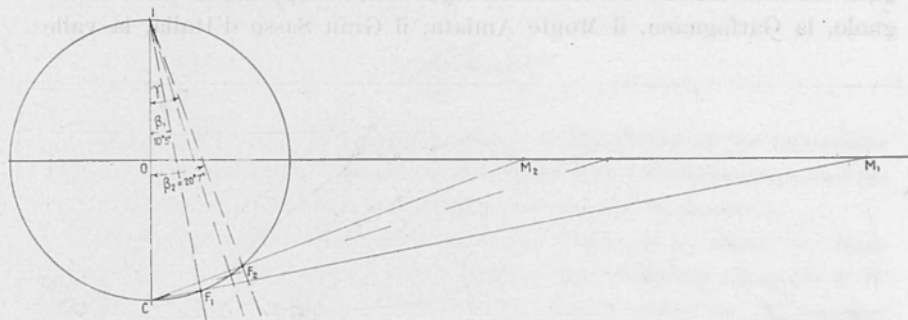


Fig. 16

III. - Nella fig. 17 abbiamo riportato l'orientamento rispetto al Nord dei piani da noi rilevati, dando, per il terremoto delle Lipari, la preferenza alla determinazione eseguita con le « emersio ». Resta ora da decidere, per ogni terremoto, quale dei due piani previsti dalla teoria, sia l'effettivo piano di frattura; per i terremoti della Spagna, del basso Tirreno e del golfo di Policastro, le nostre preferenze vanno per quelli orientati in linea di massima nella direzione E-W e quindi secondo la direttrice coste calabre-coste meridionali della Spagna. Tale allineamento, infatti, oltre a corrispondere ai due grandi allineamenti di anomalia positiva della gravità interessanti le coste settentrionali della Sicilia e il Mediterraneo occidentale a Nord dell'Africa, risulta anche grosso modo parallelo all'arco vulcanico che da Ustica si prolunga fino allo Stromboli. Dal punto di vista geografico, la direzione prescelta è anche allineata con i rilievi montani dell'Africa settentrionale e della Sicilia, e per quanto riguarda l'Atlantico è praticamente coincidente con la direzione di uno

dei due probabili piani di frattura riscontrati per il forte terremoto superficiale delle Azzorre del 25. XI. 1941. Infatti nello studio di questo terremoto, il meccanismo della scossa all'ipocentro ha fornito per i due probabili piani di frattura le direzioni 3° W e 87° E, direzioni praticamente coincidenti con quelle calcolate per il terremoto della Spagna.

Per la parte orientale dell'allineamento, è necessario esaminare i risultati che si riferiscono al terremoto delle Lipari, e precisamente tener conto che per esso i piani di frattura probabili hanno un andamento diverso.

Questo fatto, unito all'andamento delle isoanomale della gravità, all'allineamento della zona dei vulcani attivi e all'orientamento dei rilievi montani degli Appennini e dello Stretto di Messina fa sospettare l'esistenza di altre eventuali fratture profonde nella zona. D'altra parte gli studi eseguiti sul meccanismo dei terremoti riguardanti l'Appennino tosco-romagnolo, la Garfagnana, il Monte Amiata, il Gran Sasso d'Italia, la valle

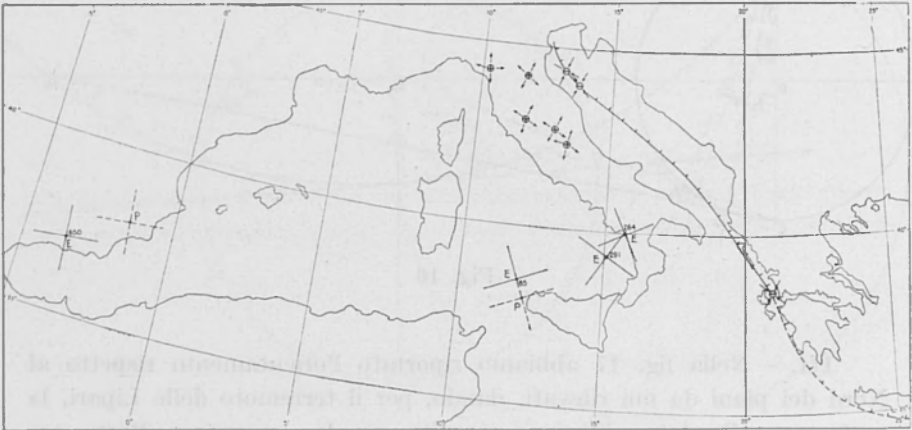


Fig. 17

dell'Aquila, l'Alto Tirreno e Cefalonia, hanno posto in evidenza che agli sprofondamenti riscontrati per le zone studiate dell'Adriatico, corrispondano dei sollevamenti della catena Appenninica.

Questo insieme di elementi pur non essendo ancora sufficiente a fornire un chiaro quadro dei fenomeni in atto, fa intravedere che per tale zona il meccanismo che origina i fenomeni sismici presenta una notevole complessità.

RIASSUNTO

Si determina la natura fisica della scossa all'ipocentro di quattro terremoti profondi interessanti il bacino del Mediterraneo pervenendo alla conclusione che i movimenti sismici sono stati originati da fratture.

Da varie considerazioni si è preferito scegliere per i vari terremoti quel piano che risulta allineato all'incirca nella direzione E-W (coste calabre-coste meridionali della Spagna), salvo riserve per il terremoto delle isole Lipari, dovute alla particolare posizione dell'epicentro di questo terremoto rispetto alla direzione dello Stretto di Messina.

ABSTRACT

Determination of the physical nature of the shocks at the hypocentre of four deep earthquakes concerning the basin of the Mediterranean and the conclusion that these seismic movements were caused by fractures.

Owing to various considerations it was preferred to choose for these earthquakes the plane which appears aligned approximately along the E-W direction (coasts of Calabria and Southern Spain) except for the reserves formulated in connection with the Lipari Islands due to the particular situation of the epicentre of this earthquake in respect to the direction of the Straits of Messina.

BIBLIOGRAFIA

- (¹) GUTENBERG B., RICHTER C. F., *Seismicity of the Earth*.
- (²) CALOI P., *Struttura geologica-sismica dell'Europa centro-meridionale ecc.* « Ann. di Geofisica », V, (1952).
- (³) CALOI P., GIORGI M., *Studio del terremoto delle isole Lipari del 13-IV-1938.* « Ann. di Geofisica », IV, (1951).
- (⁴) PETERSCHMITT S., *Quelques données nouvelles sur les seismes profonds de la mer Tyrrhenienne.* « Ann. di Geofisica », IX, (1956).
- (⁵) DI FILIPPO D., *Studio microsismico del terremoto del basso Tirreno.* « Boll. Soc. Sism. Ital. », XXXIX, (1941).
- (⁶) GIRLANDA A., *Studio di un movimento sismico del basso Tirreno originante alla profondità di 265 km.* « Ann. di Geofisica », IX, (1956).

- (7) BYERLY P., *The nature of the first motion in the Chilean earthquake of November 11, 1922.* « Am. Journal. Science » 5th ser. XVI, (1928).
- (8) — *The earthquake of July 6th 1934. Amplitudes and first motion.* « Bull. Seism. Society Amer. », 28, (1938).
- (9) DI FILIPPO D., *Sulla rappresentazione in superficie della natura dinamica di una scossa all'ipocentro.* « Ann. di Geofisica », III, (1950).
- (10) DI FILIPPO D., *Sulla rappresentazione in superficie della natura dinamica di una scossa con ipocentro profondo.* « Ann. di Geofisica », III, (1950).
- (11) VECCHIA O., *Lineamenti geofisici e geologia profonda della Sicilia e delle aree circostanti.* « Riv. di Geofis. Appl. », XV, (1954).
- (12) DI FILIPPO D., MARCELLI L., *Uno studio sul terremoto di Cefalonia del 12 Agosto 1953 con particolare riguardo alla natura fisica della scossa all'ipocentro.* « Ann. di Geofisica », VII, (1954).
- (13) TERMIER H. e TERMIER G., *L'evolution de la lithosphère.* Paris, 1957.

Direttore: Prof. ENRICO MEDI

Responsabile: Prof. PIETRO CALOI
