

La « magnitudo unificata » per i terremoti a profondità normale e la « magnitudo » dei terremoti profondi per la stazione sismica di Roma

D. DI FILIPPO - L. MARCELLI

I. PARTE

TERREMOTI

A PROFONDITÀ NORMALE

GENERALITÀ E RICHIAMI.

In questi ultimi anni il concetto di magnitudo dei terremoti, (sorto inizialmente in America per opera di Richter cui si affiancò immediatamente Gutenberg) ha avuto una vasta diffusione in tutto il mondo, e molti sono oggi gli Osservatori che insieme ai rilievi sismici quotidiani indicano questa grandezza che caratterizza in maniera oggettiva (anche se ancora non rigorosamente esatta) l'entità di un sisma all'ipocentro.

Com'è noto, la magnitudo M dei sismi veniva data tramite formule che tenevano conto delle ampiezze delle onde superficiali orizzontali A (limitatamente ad un periodo oscillante in un piccolo intorno di 20 sec.) e delle distanze epicentrali Δ^0 . Tali formule sono del seguente tipo:

$$M = \log A + \alpha \log \Delta^0 + \beta \quad [1]$$

α e β sono dei termini numerici, caratteristici delle singole stazioni in cui viene effettuato il rilievo

Successivamente Gutenberg stabilì alcune relazioni che tengono conto anche degli altri tipi di onde (P , PP , ed S) le quali entrano nelle formule con i loro periodi e le loro ampiezze.

Recentemente poi, un ulteriore perfezionamento al concetto di tale grandezza è stato apportato da Gutenberg e Richter con l'introduzione della « *magnitudo unificata* », grandezza quest'ultima che, ponendo

un legame tra le magnitudo di uno stesso terremoto calcolate con tutti i tipi di onde (PZ , PH , PPZ , PPH , SH , MH) dà un valore risultante unificato, valore a cui ogni onda ha portato il proprio contributo.

Una equazione lineare consente il passaggio dalla magnitudo calcolata con le onde superficiali M_s a quella calcolata con le onde spaziali m_B : questa equazione è per Pasadena, la seguente:

$$\begin{aligned} m_B &= 0,63 M_s + 2,5 = \\ &= M_s - 0,37 (M_s - 6,76) \end{aligned} \quad [2]$$

Dai rilievi diretti delle onde spaziali, la m_B è calcolata con le formule

$$\begin{cases} m = \log \frac{u}{T} + Q + s \text{ (orizzontale) oppure} \\ m = \log \frac{w}{T} + Q + s \text{ (verticale)} \end{cases} \quad [3]$$

essendo u la risultante delle ampiezze orizzontali (espressa in micron) w l'ampiezza verticale, T i corrispondenti periodi, Q i valori dati da Gutenberg e Richter mediante una serie di grafici (figg. 1, 2, 3), ed s una costante che dipende dalla stazione.

METODO E MATERIALE USATO PER LA DETERMINAZIONE DELLA « MAGNITUDO UNIFICATA » NELLA STAZIONE DI ROMA.

Allo scopo di adeguarci a tali recenti sviluppi abbiamo effettuato anche noi un aggiornamento sui rilievi fatti per il passato.

Attualmente la magnitudo a Roma viene calcolata con la formula

$$M = \log A + 1,526 \log \Delta^0 + 2,439 \quad [4]$$

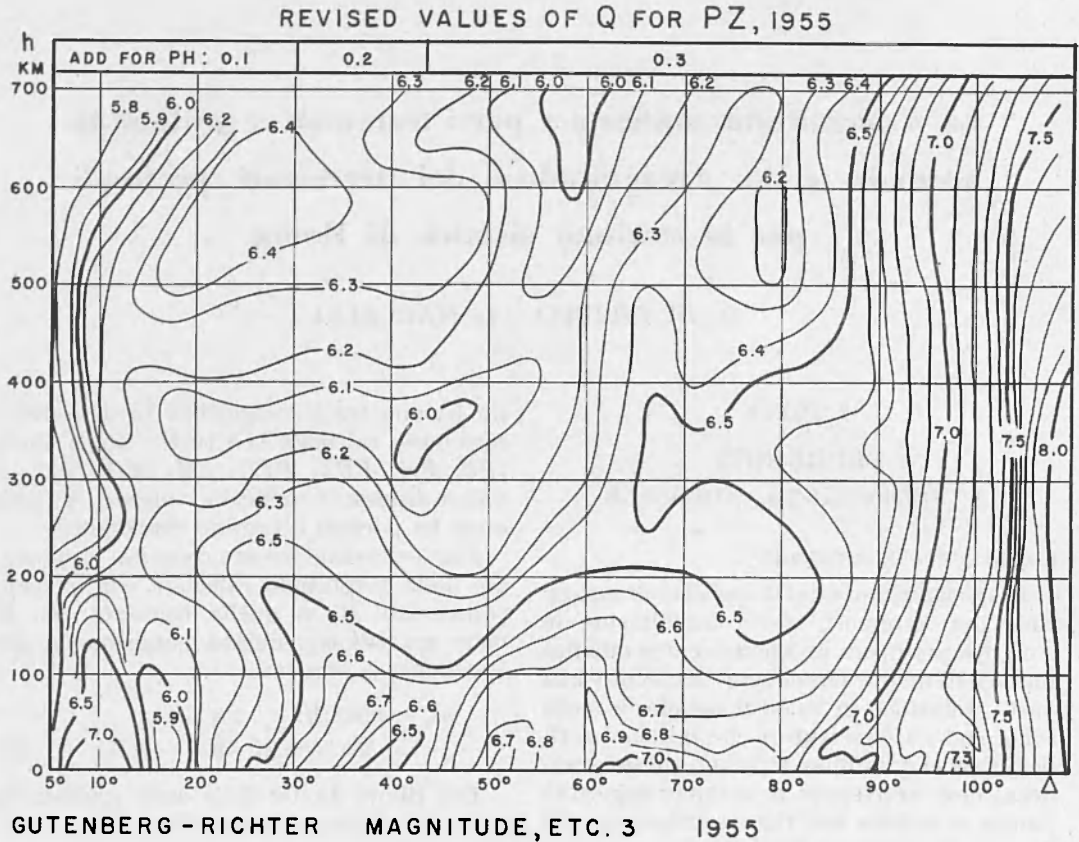


fig. 1

del tipo della [1] e i risultati che ne conseguono sono in genere abbastanza concordi con i valori dati da altre stazioni.

In questo lavoro abbiamo seguito le orme di Gutenberg e Richter.

Per poter giungere anche noi ad una relazione tra la magnitudo calcolata con le onde superficiali di 20 sec e quella calcolata con le spaziali, abbiamo effettuato lo spoglio di due anni di registrazioni, ottenute presso la stazione sismica di Roma, con apparecchi Galitzin-I. N. G. e Galitzin-Wilip. Le annate in istudio (1949-1950) fanno seguito a quelle di cui ci siamo serviti nel precedente lavoro.

Rilevate, dove era possibile (e limitatamente ai terremoti di profondità normale) le ampiezze ed i periodi delle P (orizzontali e verticali) delle PP (orizzontali e verticali) delle S (orizzontali) e delle M (orizzontali con periodi di 20 sec. circa) abbiamo cal-

colato, per ogni terremoto, le sei magnitudo, servendoci per le onde spaziali delle formule [3] di Gutenberg e Richter e adoperando per le Q i loro stessi grafici, omettendo la costante di stazione che fa parte di un calcolo successivo. Nel servirci delle onde superficiali abbiamo usato la formula [4].

Tutti i rilievi sono riportati nella Tabella 1. Con il metodo dei minimi quadrati siamo passati a calcolare poi separatamente le formule che legano le $M(PH)$, $M(PZ)$, $M(PPH)$, $M(PPZ)$, $M(SH)$, con la M rilevata dalla [4].

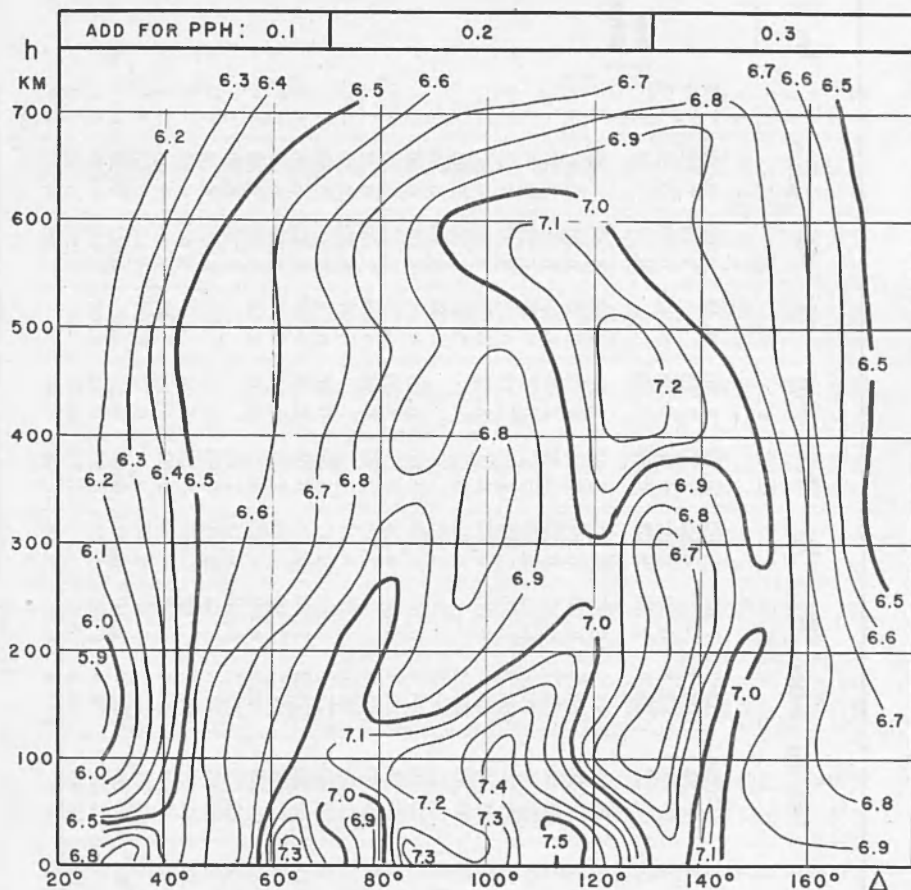
Le equazioni ottenute sono le seguenti

$$m(PH) = 0,375 M + 4,352 = M - 0,625 (M - 6,963) \text{ con } 44 \text{ equaz.}] [5]$$

$$m(PZ) = 0,401 M + 3,964 = M - 0,599 (M - 6,618) \text{ con } 48 \text{ » } [6]$$

$$m(PPH) = 0,360 M + 4,493 = M - 0,640 (M - 7,017) \text{ con } 52 \text{ » } [7]$$

REVISED VALUES OF Q FOR PPZ, 1955



GUTENBERG - RICHTER MAGNITUDE, ETC. 1955

fig. 2

$$m(PPZ) = 0,503 M + 3,298 = M - 0,497 (M - 6,640) \text{ con } 52 \quad [8]$$

$$m(SH) = 0,648 M + 2,425 = M - 0,352 (M - 6,882) \text{ con } 39 \quad [9]$$

Questi risultati sono abbastanza confrontabili con quelli analoghi che B ath ha trovato in un suo recente lavoro per Uppsala e Kiruna:

$$\left\{ \begin{aligned} m(PH) &= M - 0,46 (M - 6,4) \text{ (Uppsala)} \\ m(PH) &= M - 0,50 (M - 6,5) \text{ (Kiruna)} \end{aligned} \right. \quad [5']$$

$$\left\{ \begin{aligned} m(PZ) &= M - 0,45 (M - 6,3) \text{ (Uppsala)} \\ m(PZ) &= M - 0,59 (M - 6,2) \text{ (Kiruna)} \end{aligned} \right. \quad [6']$$

$$\left\{ \begin{aligned} m(SH) &= M - 0,23 (M - 5,6) \text{ (Uppsala)} \\ m(SH) &= M - 0,30 (M - 6,1) \text{ (Kiruna)} \end{aligned} \right. \quad [9']$$

Conglobando inoltre i risultati parziali [5] [6] [7] [8] e [9] in un unico risultato, abbiamo ottenuto la formula seguente, confrontabile con la [2] di Gutenberg e Richter

$$m = 0,474 M + 3,590 = M - 0,526 (M - 6,822) \quad [10]$$

Messe in grafico le due equazioni [2] e [10] (v. fig. 4) si vede che esse coincidono praticamente in un intorno di $M = 7$ differenziandosi, a destra e a sinistra di tale intorno, per valori simmetricamente opposti.

Della [10] ci siamo valse per determinare, di ciascun terremoto, la «magnitudo unificata» (a meno della correzione di stazione),

Tabella I

N.	DATA	ZONA EPICENTRALE	α	H Temp. orig	Δ ° da Roma	MPh	MpZ	MPPH	Mppz	MSh	M ^{Sup.}	M unificata	M _{pas}
1	23 febb.	Turkestan	2	16 ^h 08m~	53°7	7.35	6.83	6.94	6.40	6.44	6.66	6.78	7.3
2	27 marzo	Mar di Celebés	1	06 34	105.8	—	6.82	7.13	7.15	—	7.14	7.02	7.0
3	13 aprile	Tra Olimpia e Tacoma	6	19 56	82.8	6.78	6.62	6.50	6.38	6.91	6.54	6.65	7.0
4	24 aprile	Golfo Persico	16	04 22	38.4	6.25	6.27	6.45	6.23	—	6.81	6.41	6 1/2
5	9 magg.	Sumatra	16	13 36	81	6.97	6.63	6.52	6.11	6.06	6.44	6.49	6 3/4
6	21 magg.	Honshu-Giappone	3	21 40	88.9	6.55	6.67	6.80	6.62	6.32	6.61	6.61	6 1/2
7	25 magg.	Turkestan	2	08 24	51.1	6.48	6.25	6.33	6.08	6.45	6.06	6.35	—
8	24 giug.	A. S. W. di Giava	16	22 39	90.9	6.94	6.89	6.87	6.62	6.79	6.21	6.77	7
9	2 lug.	Marianne	2	19 57	108.9	7.55	7.11	7.02	7.14	6.70	6.84	7.13	7.1
10	4 lug.	Golfo Persico	16	03 40	38	6.06	5.92	6.00	5.61	5.98	5.95	6.00	—
11	7 lug.	Nord Atlantico	8	04 32	37.4	—	6.21	—	—	5.69	4.95	5.95	—
12	8 lug.	Oceano Artico	4-5	18 18	30.3	—	5.83	—	—	5.36	5.15	5.74	—
13	11 lug.	Giappone	2	16 10	86.4	6.55	6.38	6.63	6.31	6.45	6.01	6.46	—
14	23 agosto	Isole Reg. Carlotta	5	20 24	80.1	6.51	6.54	6.61	6.55	6.74	6.47	6.60	6 1/4
15	14 sett.	Isole Celebes	1	19 50	106.2	—	7.12	6.93	6.81	6.80	7.09	6.92	7.2
16	21 sett.	Messico merid.	7-8	12 55	90.6	7.32	6.74	—	—	6.91	6.29	6.89	—
17	27 sett.	Alaska	5	15 30	77	6.71	6.47	6.52	6.46	6.78	6.19	6.58	7
18	4 ott.	Alaska merid.	11	10 20	52.2	7.25	7.05	6.64	6.54	6.99	6.45	6.85	6 1/4
19	7 ott.	A S-E Madagascar	14	12 02	84.8	7.19	7.16	7.24	7.05	6.55	6.48	6.97	6 3/4
20	31 ott.	Alaska	5	01 39	79.2	6.39	6.25	6.37	6.03	6.45	6.13	6.33	6 1/4
21	25 dicem.	Giappone	2	23 17	87.5	6.62	6.41	7.11	—	—	6.38	6.69	6
22	25 dicem.	Giappone	2	23 25	87.5	6.84	6.41	6.93	6.58	—	6.66	6.70	6 1/4
23	27 dicem.	Is. Sandwiches	12	23 57	105.5	7.12	7.03	7.13	6.94	7.09	6.64	6.99	7.1
24	29 dicem.	Filippine	2	03 04	91.4	6.93	6.80	7.21	7.18	7.09	7.30	7.04	7.2
25	3 genn.	Filippine	2	02 51	91.4	6.87	6.46	—	6.73	6.64	6.62	6.68	6 1/2
26	17 genn.	Cresta Mediana Atl.	10	10 58	52.8	7.10	6.31	6.81	6.29	6.97	5.62	6.46	—
27	3 febb.	Yunnan (Cina)	1	02 51	73.8	6.54	6.21	6.97	6.44	6.66	6.66	6.59	6 1/2
28	2 marzo	Is. Sandwiches	11	18 39	106.3	—	—	7.16	6.71	—	6.26	6.81	6.9
29	7 marzo	Filippine	1	02 07	100.4	6.93	6.58	7.02	6.96	—	6.86	6.87	6 3/4

Segue Tabella 1

N.	DATA	ZONA EPICENTRALE	α	H Temp. orig.	Δ° da Roma	M _{PH}	M _{PZ}	M _{PPH}	M _{PPZ}	M _{SH}	M _{Sup.}	M unificata	M _{Pas}
30	27 marzo 1950	Aleutine	4	13h04m~	83.3	6.94	6.61	6.98	6.76	6.82	6.53	6.80	6 ³ / ₄
31	29 marzo »	Nuova Guinea	2	17 41	117	—	—	6.96	6.86	—	6.00	6.75	—
32	4 aprile »	Confini Mongolia-URSS	3	18 44	57.2	6.87	6.29	6.83	—	—	6.47	6.66	6 ³ / ₄
33	26 aprile »	Honshu (Giappone)	3	07 04	86.9	—	5.98	7.09	7.57	—	6.30	6.80	6 ³ / ₄
34	9 magg. »	Turchia	1	11 17	34.2	6.30	6.41	6.46	6.32	6.10	5.84	6.32	—
35	19 magg. »	Nuove Ebridi	2	02 38	151.0	—	—	6.96	6.47	—	6.55	6.71	6 ¹ / ₂ ³ / ₄
36	26 magg. »	Nuove Ebridi	2	01 17	151.0	—	—	7.12	6.58	—	7.21	6.90	7.2
37	31 magg. »	Giappone	2	13 13	87.6	6.39	5.90	6.50	6.09	5.76	6.23	6.20	—
38	24 giug. »	Nuove Ebridi	2	22 25	151.5	—	—	7.20	6.77	—	7.03	6.97	7.2
39	25 giug. »	Mindanao.	1	11 05	105.7	7.08	6.84	7.05	6.56	—	6.23	6.81	6.5 \pm
40	27 giug. »	Giappone	3	15 41	80.6	6.47	6.21	6.43	5.95	6.20	6.56	6.33	6 ¹ / ₂ ³ / ₄
41	3 luglio »	Is. Caroline	2	10 03	111.2	—	—	7.03	6.84	6.54	6.69	6.79	—
42	12 luglio »	Is. Aleutine.	5	11 09	85.5	6.78	6.53	5.98	5.42	6.15	5.75	6.19	6 ¹ / ₄
43	7 agosto »	Is. Filippine	1	02 44	103.05	6.96	6.97	6.93	6.89	—	6.43	6.88	6 ³ / ₄
44	18 agosto »	Cina-Burma-India	1	01 07	68.0	6.61	6.34	6.71	6.05	6.61	6.34	6.49	7 \pm
45	22 agosto »	Kamchatka	4	07 40	81.5	6.57	6.25	—	—	5.88	5.56	6.23	—
46	23 agosto »	Tibet merid.	1	03 09	65.7	6.43	6.11	6.64	6.25	6.02	5.72	6.29	—
47	23 agosto »	Cina-Burma-India	1	18 47	68.0	6.62	6.40	—	—	6.13	5.79	6.37	—
48	31 agosto »	Mindanao.	1	07 05	102.8	—	—	6.83	6.68	6.49	6.43	6.66	7
49	10 sett. »	Giappone	3	03 21	89.7	6.44	6.27	6.94	6.51	6.20	6.41	6.50	6 ³ / ₄
50	24 sett. »	Zona dell'Iran	16	22 58	36.0	6.68	6.32	6.45	5.83	5.77	5.25	6.19	—
51	30 sett. »	Assam settentr.	1	07 28	65.9	6.51	6.14	6.89	6.66	6.18	5.97	6.47	—
52	5 ott. »	America Centr.	8	16 09	88.4	7.24	7.24	7.29	7.24	7.19	7.75	7.24	7.7
53	8 ott. »	Celebes	1	03 23	111.6	7.72?	7.56?	7.36	7.39	7.78	7.37	7.48	7.6
54	23 ott. »	Messico.	8	16 13	90.8	6.86	6.96	6.99	6.76	6.77	7.41	6.91	7.1
55	2 nov. »	Arco della Sonda	3	15 27	114.7	7.78?	7.48?	7.27	6.89	7.80?	7.22	7.37	7.5
56	5 nov. »	Isole Riukyu	3	17 37	88.2	6.54	6.18	6.74	6.74	6.84	7.04	6.66	6.9
57	8 nov. »	Salomone	2	02 18	136.3	—	—	7.04	6.61	—	7.12	6.87	7 ¹ / ₄
58	14 dic. »	Messico.	7	14 15	92.2	7.07	7.08	7.16	7.20	7.05	7.12	7.09	7.3

REVISED VALUES OF Q FOR SH, 1955

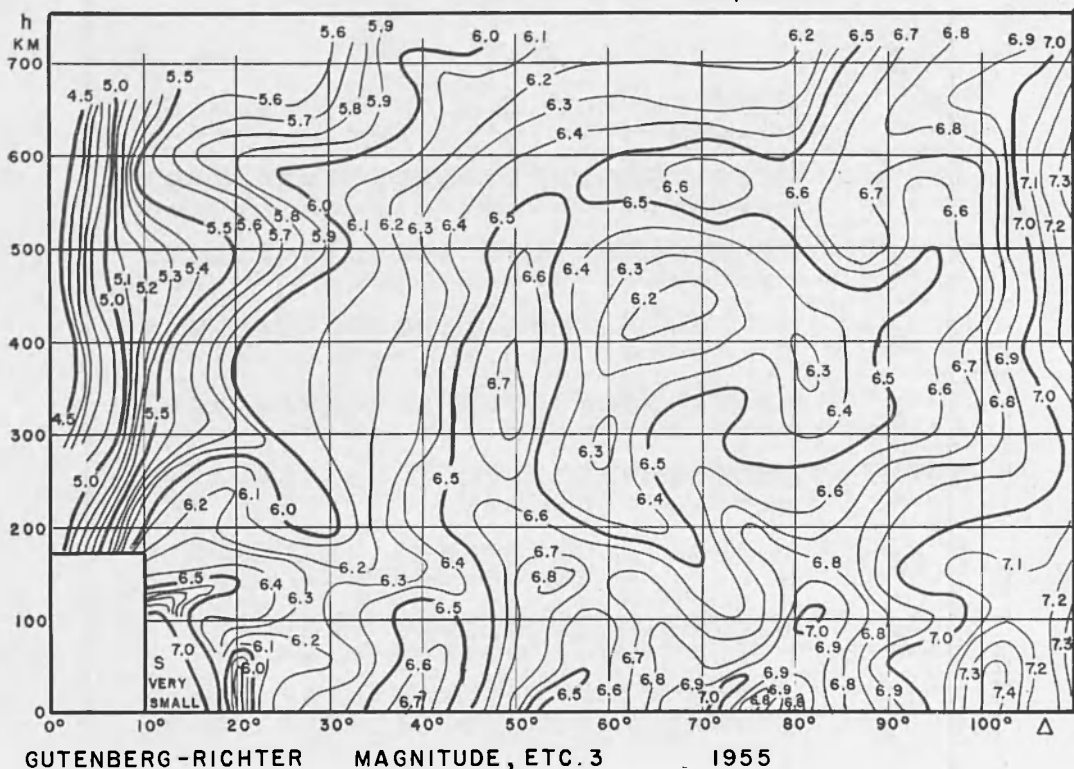


fig. 3

mediando i valori calcolati direttamente dalle onde spaziali (facendo uso delle [3]), con quello calcolato applicando la [10].

IL FATTORE DI CORREZIONE ε PER LA STAZIONE DI ROMA.

I risultati sin qui conseguiti sono ancora, come s'è detto, incompleti: è necessario renderli confrontabili con i rilievi delle altre stazioni sismiche per ottenere una uniformità di valutazione.

Come termine di confronto per la ricerca del fattore correttivo ε (che nella [3] di Gutenberg e Richter è indicato con s) abbiamo ritenuto opportuno, per ovvie ragioni, scegliere le magnitudo date da Pasadena.

La ricerca è stata molto laboriosa: numerosi tentativi sono andati falliti prima di giungere a quello che riteniamo il più soddisfacente anche perchè ci sembra piuttosto ragionevole.

È ragionevole infatti supporre che le ampiezze delle onde ed i periodi relativi possano essere influenzati dai particolari tragitti sismici, per cui riteniamo di poter accettare la possibilità di una distribuzione azimutale degli scarti

$$\varepsilon = M_{\text{Pasadena}} - m_{\text{unificata Roma}}$$

Questa supposizione, suffragata dai risultati sperimentali, porterebbe ad assegnare ad ε i valori come nella fig. 5. (Vedi anche fig. 6).

Con centro Roma, proiettata la superficie terrestre in proiezione stereografica e tracciata la raggiera degli azimut (con a che va da 1 a 16) si è trovato che per i terremoti con epicentro compreso nel settore E-NNE (comprendente perciò le zone delle isole Curili, il Giappone, le Marianne, le Filippine, le Nuove Ebridi, le

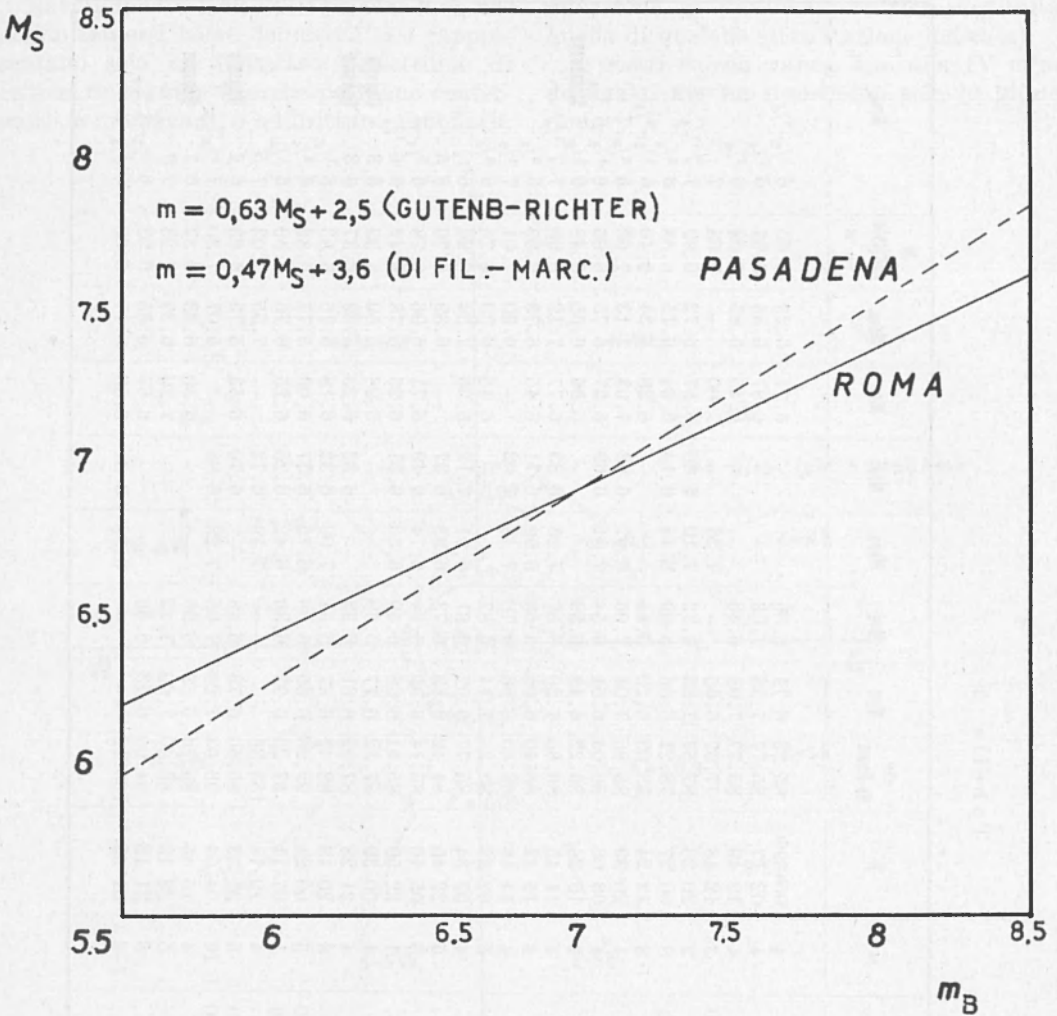


fig. 4

Salomone e una larga fascia continentale asiatica) vale la relazione

$$M = m_{\text{unificata Roma}} + 0,10$$

Per i terremoti provenienti dal settore NNE-NNW (comprendente la zona fortemente sismica delle Aleutine) la correzione è nulla

$$M = m_{\text{unificata Roma}} + 0,00$$

e per quelli con epicentro compreso nel settore NNW-W (America centrale e buona

parte dell'America settentrionale) si ha invece

$$M = m_{\text{unificata Roma}} + 0,30$$

Per i terremoti provenienti dalla zona al di sotto della linea E-W non si può dire per il momento nulla di preciso poichè disponiamo di pochi elementi: scarsi sono infatti i sismi a fuoco normale con quella provenienza; è notorio che prevalgono ivi i telesismi con profondità notevoli, per cui torneremo sull'argomento nella II parte del nostro lavoro.

Tabella 2

N.	DATA	ZONA EPICENTRALE	h Km.	α	H	Δ° da Roma	M _{PH}	M _{PZ}	M _{PPH}	M _{PPZ}	M _{SH}	M _{Sup.}	M unificata + ϵ	M _{Pas.}
1	2 gen. 1957	Aleutine . . .	—	4	00 ^h 39 ^m	85.23	6.79	6.56	—	—	6.71	6.23	6.65	6 $\frac{1}{2}$ -3 $\frac{1}{4}$
2	2 gen. »	Aleutine . . .	—	4	02 17	85.77	7.35	7.03	—	—	6.87	6.38	6.97	6 $\frac{3}{4}$
3	2 gen. »	Aleutine . . .	—	4	10 49	85.77	7.08	6.46	—	—	6.45	5.85	6.59	6 $\frac{1}{2}$
4	3 gen. »	Manciuria . . .	600	3	12 48	77.67	6.65	—	7.28	—	7.00	—	7.08	7
5	23 febb. »	Formosa . . .	—	2	20 26	87.57	7.23	6.72	7.19	6.86	6.57	6.72	6.99	7-7 $\frac{1}{4}$
6	2 mar. »	Giamaica . . .	(50)	8	00 27	78.21	6.66	5.99	6.44	6.14	6.54	6.15	6.68	6 $\frac{3}{4}$
7	5 mar. »	Oc. Nord. Atlant	—	8	12 24	38.03	6.20	5.84	—	—	6.29	5.34	6.40	6 $\frac{1}{2}$ -3 $\frac{1}{4}$
8	9 mar. »	Aleutine . . .	—	4	20 39	85.86	7.04	7.05	6.97	6.92	7.04	7.13	7.00	6 $\frac{3}{4}$ -7
9	10 mar. »	Is. Andreanof . .	—	4	03 06	86.04	6.54	6.54	7.01	6.69	6.37	6.75	6.66	6 $\frac{1}{2}$ -6 $\frac{3}{4}$
10	10 mar. »	Is. Andreanof . .	—	4	15 26	86.22	6.48	6.39	—	—	6.36	6.55	6.48	6 $\frac{1}{2}$
11	12 mar. »	Is. Andreanof . .	—	4	11 45	86.85	7.20	6.37	7.25	6.83	6.77	7.12	6.90	7-7 $\frac{1}{4}$
12	13 mar. »	Is. Andreanof . .	—	4	15 42	86.40	6.66	6.53	6.99	6.71	6.45	6.73	6.69	6 $\frac{3}{4}$
13	14 mar. »	Is. Andreanof . .	—	4	14 48	86.40	6.96	6.78	7.43	7.02	—	6.90	7.01	7 $\frac{1}{2}$
14	15 mar. »	Is. Fox . . .	—	5	02 52	85.28	7.14	6.87	—	—	6.45	6.35	6.76	6 $\frac{3}{4}$
15	16 mar. »	Is. Andreanof . .	—	4	02 34	85.77	6.92	6.81	6.91	7.12	6.95	7.34	6.96	6 $\frac{3}{4}$
16	17 mar. »	Is. Andreanof . .	—	5	22 45	84.42	6.83	6.73	6.93	6.37	—	6.39	6.70	6.5
17	29 mar. »	Is. Fox . . .	—	5	05 10	85.14	6.89	6.94	6.74	6.49	6.71	6.96	6.78	6 $\frac{3}{4}$ -7
18	29 mar. »	Is. Aleutine . .	—	4	22 50	85.41	6.68	6.49	6.50	6.21	6.26	5.78	6.42	6-6 $\frac{1}{4}$
19	2 apr. »	Is. Andreanof . .	—	4	00 39	87.12	6.77	6.59	—	—	5.98	5.59	6.39	6.3
20	2 apr. »	Is. Andreanof . .	—	4	21 28	87.12	6.61	6.33	—	6.32	6.29	5.69	6.37	6.3
21	8 apr. »	Panama-C. Rica	—	8	20 18	88.47	6.87	6.51	7.00	6.32	6.18	5.76	6.83	6 $\frac{1}{2}$
22	9 apr. »	Honshu (Giapp)	450	3	00 24	92.25	6.60	6.08	6.75	6.37	6.06	5.77	6.82	6 $\frac{3}{4}$
23	14 apr. »	Tibet merid. . .	(50)	1	07 11	57.33	6.93	6.36	6.42	6.20	6.25	6.76	6.59	6 $\frac{1}{4}$
24	14 apr. »	Samoa . . .	—	4	19 18	153.36	—	—	7.19	6.72	—	7.55	7.03	7.5
25	15 apr. »	Is. Fox . . .	(75)	5	21 33	85.50	6.79	6.48	—	6.70	6.53	5.75	6.63	6.4
26	16 apr. »	Mar di Giava . .	600	1-16	04 04	96.03	7.20	7.05	7.29	6.88	—	6.07	7.30	7 $\frac{1}{2}$ \pm
27	19 apr. »	Is. Fox . . .	—	4	15 45	86.76	6.58	6.35	—	—	6.30	5.63	6.37	6.7
28	19 apr. »	Is. Fox . . .	—	5	22 19	86.40	7.60	7.43	—	—	7.29	6.39	7.23	7-7 $\frac{1}{4}$
29	21 apr. »	Venezue. Colum.	—	8	21 12	81.00	6.73	6.38	—	—	6.67	6.65	6.93	6 $\frac{1}{2}$ -6 $\frac{3}{4}$
30	29 apr. »	Mindanao . . .	—	1-2	01 23	105.12	—	—	6.88	6.81	6.56	6.17	6.60	5 $\frac{3}{4}$ -6

Naturalmente i risultati esposti non vogliono imporsi come definitivi: essi rappresentano solo un tentativo suscettibile di critica. Successive ricerche potranno confermarli, o modificarli, o addirittura annullarli.

minazione di Pasadena, vi si è sostituita quella di qualche altra stazione indicata).

I nostri calcoli vanno fino alla IV cifra decimale, ma ne riportiamo solo le prime due.

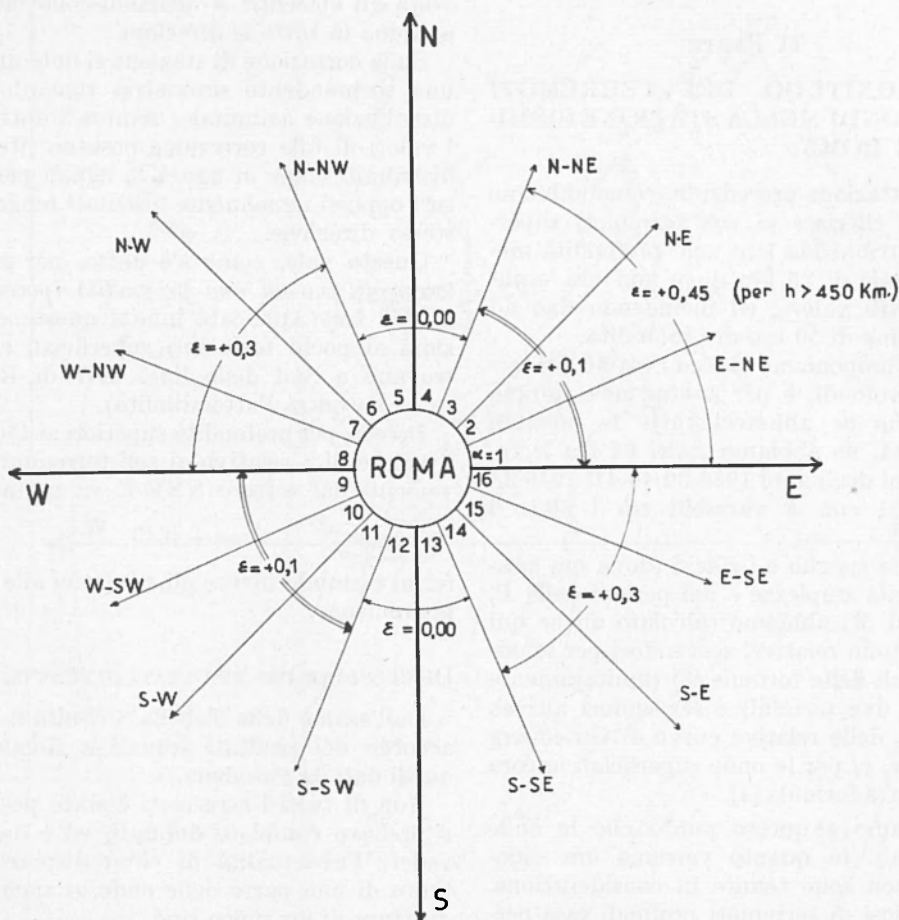


fig. 5

APPLICAZIONE DEI RISULTATI.

Allo scopo di poter dimostrare l'attendibilità dei risultati conseguiti, abbiamo effettuato i calcoli su una nuova serie di terremoti, ed abbiamo scelto a questo scopo il primo quadrimestre 1957.

Nella Tabella 2 sono esposti i valori delle magnitudo unificate di Roma (complete del termine correttivo) e messi a confronto con le relative magnitudo calcolate a Pasadena. (Se per qualche terremoto manca la deter-

Naturalmente il fattore correttivo è stato apportato con il criterio precedentemente esposto, conoscendosi per ogni terremoto la posizione epicentrale.

Notiamo a questo punto, per confutare qualche possibile obiezione che, poichè la magnitudo di un terremoto non è di carattere così assolutamente urgente da giustificarne l'immediata valutazione (a meno che non si tratti di scosse molto vicine o particolarmente intense, per le quali possono

subentrare altre considerazioni), è sempre possibile conoscere l'epicentro al momento dei calcoli, si da poter attribuire a ciascuna scossa l' ϵ che le conviene (ammesso che le cose vadano come abbiamo detto).

II PARTE

LA MAGNITUDO DEI TERREMOTI PROFONDI NELLA STAZIONE SISMICA DI ROMA.

La trattazione precedente, come abbiamo detto, si riferisce ai soli terremoti superficiali, attribuendo loro una profondità media normale di 25 km dove non era esplicitato altro valore, ed includendo fino ad un massimo di 50 km di profondità.

Qui ci proponiamo invece l'esame dei terremoti profondi, e per averne una gamma estesa che ne abbracci tutte le possibili profondità, ne abbiamo scelti 64 tra le registrazioni degli anni 1938-39-40-41, 1946-48 1949-50-51 con h variabili tra i 60 e i 660 km.

Fatto lo spoglio e i rilievi (dove era possibile) delle ampiezze e dei periodi delle P , PP , S ed M , abbiamo calcolato anche qui le magnitudo relative, servendoci per le onde spaziali delle formule [3] (limitatamente ai primi due termini) e servendoci altresì, per le Q , delle relative curve di Gutenberg e Richter, e, per le onde superficiali ancora della nostra formula [4].

Chiariamo a questo punto che le onde superficiali, in quanto verremo ora esponendo, non sono tenute in considerazione. Trattandosi di terremoti profondi esse perdono l'importanza fondamentale che invece hanno nei terremoti a profondità normale. Tuttavia le riprenderemo in esame più tardi.

Nella Tabella 3 è riportato l'elenco dei 64 terremoti disposti in ordine di profondità, e con i dati dei rilievi.

I valori delle singole magnitudo calcolate per le sole onde spaziali, sono stati mediati per ciascun terremoto. Il confronto di questi valori con quelli dati da Pasadena ci ha permesso il calcolo della *correzione di stazione* ϵ . È interessante notare che tale correzione è ancora quella relativa ai terremoti superficiali, per lo meno fino ad una pro-

fondità di 450 km. Pare che a questo punto, come noteremo tra breve, tale correzione debba subire una modifica.

Diciamo intanto che, poichè molti dei terremoti profondi si trovano nella America meridionale e nell'Oceano Pacifico, questa volta gli epicentri si distribuiscono intorno a Roma in tutte le direzioni.

Sulla correzione di stazione si nota ancora una sorprendente simmetria riguardo alla distribuzione azimutale: sembra infatti che i valori di tale correzione possano ritenersi distribuiti come in figura 5, uguali per settori opposti ugualmente orientati lungo una stessa direzione.

Questo vale, come s'è detto, per *tutti i terremoti fino ad una profondità ipocentrale di 450 km* (Applicate infatti queste correzioni ai pochi terremoti superficiali che si trovano a Sud della linea EW di Roma, se ne riscontra l'attendibilità).

Invece, per profondità superiori ai 450 km. il valore di ϵ relativo ai soli terremoti provenienti dal settore NNE-E va mutato in

$$\epsilon = + 0,45$$

fermi restando invece gli ϵ relativi alle altre provenienze.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI OTTENUTI.

Dall'esame della Tabella 3 risulta il buon accordo dei risultati trovati a Roma con quelli dati da Pasadena.

Non di tutti i terremoti è stato possibile il prelievo completo dei dati, ed è da prevedere l'eventualità di poter disporre soltanto di una parte delle onde, o anche addirittura di un unico tipo.

Meglio, potendolo fare, mediare su tutti i rilievi: buoni anche i risultati ottenuti con l'uso delle sole P (nel 60% dei casi questi valori coincidono o al più differiscono di 0,1). Meno buoni, ma ancora attendibili, i risultati ottenuti con l'uso delle sole S (nel 41% dei casi si hanno buoni risultati). Ci sembra invece sconsigliabile l'uso delle sole PP , poichè i risultati che se ne traggono sono discontinui: mentre talvolta coincidono addirittura con le magnitudo di Pasadena, talaltra se ne differenziano anche di molto, passando senza regolarità da valori molto più alti a valori molto più bassi. Questa

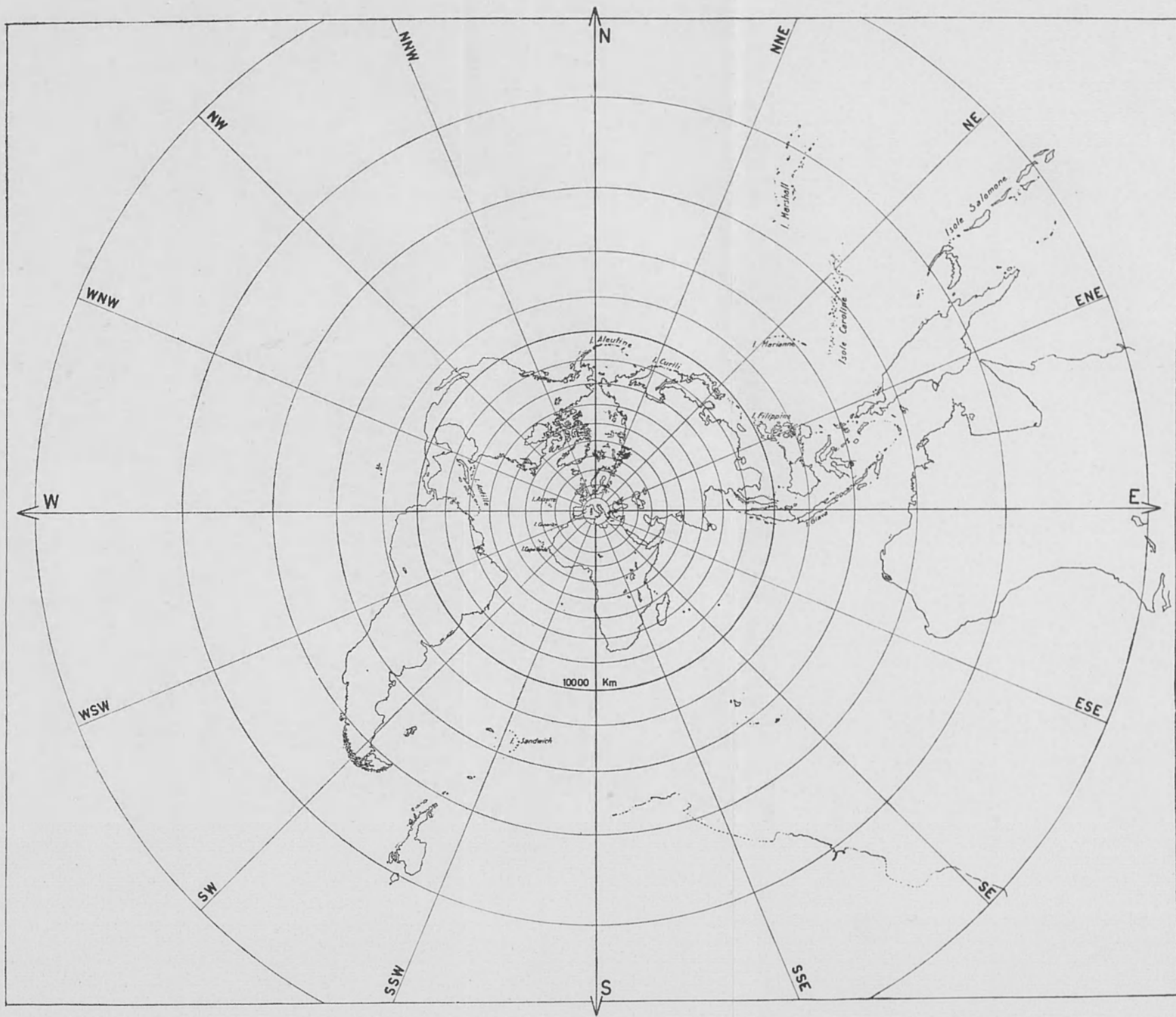


fig. 6

discontinuità potrebbe forse essere dovuta al fatto che per certe distanze le dromocrone delle *PP* coincidono con quelle delle *SKP* e quindi si rischia di prendere l'una per

bile, giacchè il rilievo di onde superficiali di 20 sec. di periodo essendo più facile e più sicuro renderebbe più sollecita la determinazione della magnitudo.

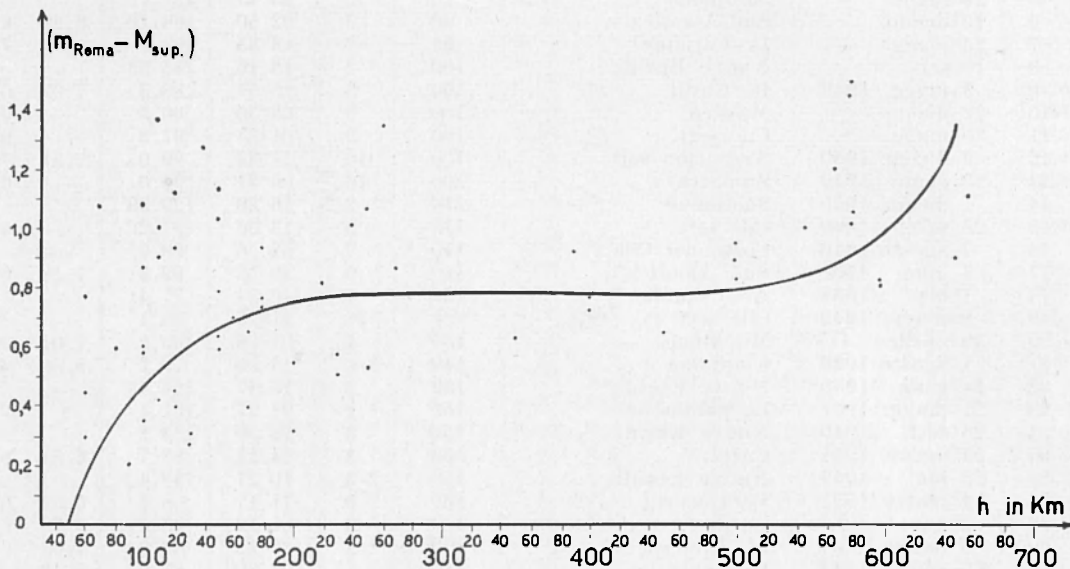


fig. 7

l'altra e i due tipi di onde hanno evidentemente caratteristiche diverse.

Concludendo questa discussione suggeriamo la preferenza netta alle onde *P*, anche per il fatto che, essendo le prime a comparire sul sismogramma non si rischia di vederne periodo e ampiezze alternate da altre onde.

TENTATIVI PER OTTENERE UNA CURVA DI CORREZIONE FACENDO USO DELLE ONDE SUPERFICIALI.

Poichè le onde superficiali diminuiscono di ampiezza via via che l'ipocentro di un terremoto scende a profondità sempre maggiori, è evidente che non ci si può servire di esse per calcolare la magnitudo dei terremoti profondi poichè i risultati sarebbero ovviamente inferiori alla realtà.

Tuttavia abbiamo voluto fare un tentativo per vedere se, con opportune correzioni, si possa egualmente giungere a risultati soddisfacenti. La cosa sarebbe auspica-

Diciamo subito che il risultato cui siamo pervenuti è soltanto un tentativo.

Calcolate con la [4] la magnitudo di tutti i terremoti profondi che abbiamo preso in esame e confrontate con le magnitudo dedotte con le onde spaziali, abbiamo riportato in grafico i risultati ottenuti. Ponendo in ascisse le profondità ipocentrali e in ordinate gli scarti $m - M$ (m = media delle magnitudo calcolata con le onde spaziali ed M = magn. calcolata con le superficiali), abbiamo tentato di raccordare i punti tracciando il grafico della fig. 7. Da questo risulterebbe che mentre le correzioni aumentano abbastanza rapidamente da 0,1 a 0,7 fino a circa 200 km di profondità, invece poi nell'intervallo $250 < h < 450$ km. si mantengono costantemente vicine al valore 0,8 per riaumentare poi quando h supera i 450 km.

Se questo tentativo troverà conferma sperimentale, si potrà in seguito calcolare la equazione della curva.

Tabella 3.

N.	DATA	ZONA EPICENTRALE	h (Km)	α	H (orig.)	Δ° (da Roma)	M_{PH}	M_{P_2}
1	29 sett. 1950	Largo costa Messina	60	7	06 32 ~	97.83	6.65	6.59
2	1 dicem »	Oc. Atlantico	60	9	14 50	56.34	7.36	6.84
3	8 giug. »	Oc. Atlantico	60	12	16 07	92.10	7.53	7.13
4	29 luglio »	Molucca	70	1	16 45	107.1	—	7.14
5	29 luglio »	Salomone	70	2	23 49	131.2	—	—
6	10 dicem. »	Sud-America	80	9	02 50	98.10	6.99	6.80
7	25 magg. »	Is. Caroline	90	2	18 35	108.5	—	7.02
8	10 sett. »	Nuove Ebridi	100	2	15 16	145.53	—	—
9	3 magg. 1949	Is. Curili	100	3	15 57	83.3	7.07	6.67
10	22 dicem »	Messico	100	8	09 30	90.5	—	6.25
11	30 magg. »	Cile sett.	100	9	01 33	97.2	—	6.68
12	9 dicem 1950	Argentina sett.	100	10	21 39	99.0	7.21	7.14
13	23 genn. 1949	Sumatra	100	16	06 31	90.0	—	6.60
14	1 dicem 1950	Salomone	110	2	16 28	129.33	—	—
15	25 aprile 1949	Cile sett.	110	9	13 55	97.2	—	6.69
16	7 agosto 1940	Costa del Cile.	110	9	02 56	99.0	—	—
17	7 giug. 1950	Sud America	110	9	16 52	92.3	7.18	6.82
18	7 ott. 1938	Arco Sonda	120	1	16 24	77.4	—	—
19	8 magg. 1949	Cile sett.	120	10	21 25	98.1	—	—
20	30 aprile »	Mindanao.	130	1	01 23	103.2	7.01	7.04
21	1 agosto 1939	Giappone	140	3-4	15 56	79.2	6.50	6.67
22	24 genn. 1950	Nuove Ebridi	150	2	16 47	144.45	—	—
23	21 magg. 1951	Is. Salomone	150	2	08 27	131.4	—	—
24	26 sett. 1940	Nuove Ebridi	150	3	03 56	133.2	—	—
25	24 agosto 1951	Curili	150	3	14 21	83.7	6.51	6.31
26	23 lug. 1949	Nuove Ebridi	150	2-3	10 27	149.4	—	—
27	4 marzo 1951	Perù merid.	150	9	11 17	98.1	6.92	6.59
28	3 nov. 1949	Curili	160	3	01 12	83.7	6.78	6.64
29	5 marzo 1951	Is. Riukyu	170	2	20 12	88.0	7.05	6.60
30	27 genn. 1941	Birmania	180	1	02 30	63.9	6.53	—
31	21 nov. 1948	Is. Reg. Carlotta	180	2-3	19 10	143.2	—	—
32	12 agosto 1939	Nuove Ebridi	180	2-3	02 07	145.8	—	—
33	20 febb. 1940	Nuove Ebridi	200 ±	2-3	02 18	144	—	—
34	12 febb. »	Is. Tonga	200	3	08 21	158.4	—	—
35	21 nov. 1939	Hindu Kush	220	1	11 02	59.9	7.08	6.78
36	4 marzo 1949	Afganistan	230	1	10 19	44.4	7.39	7.22
37	22 dic. 1940	Sud America	230	9	18 59	90	6.78	6.20
38	27 magg. »	Hindu Kush	240	1	04 10	46.0	5.96	5.67
39	21 sett. »	Hindu Kush	250	1	13 40	44.5	6.06	5.70
40	10 dic. 1950	Isole Tonga.	250	3	13 23	163.2	—	—
41	14 apr. 1951	Argentina Sett.	250	10	00 45	97.2	—	—
42	3 apr. 1941	Sud America	260	10	15 21	99.0	7.12	6.83
43	3 apr. »	Sud America	260	10	14 55	98.1	6.83	6.19
44	31 genn. »	Isole Timor	270	1	02 38	111.4	—	—
45	23 mar. 1951	Isole Kermadec	270	2-3	21 39	166.5	—	—
46	28 febb. 1950	Giappone	340	3	10 21	81.9	7.55	7.38
47	21 magg. 1940	Isole Tonga.	350	3	18 40	156.6	—	—
48	20 apr. »	Giappone	400	2	20 18	83.7	6.23	5.88
49	22 sett. 1950	Isole Figi.	450	3	23 53	155.7	—	—
50	11 lugl. 1951	Isole Bonin	480	2	18 22	94.2	6.74	6.35
51	13 lugl. 1950	Isole Bonin	500	2-3	04 04	95.0	6.51	6.12
52	1 ag. 1940	Isole Tonga.	500	3	12 39	157.5	—	—
53	7 nov. »	Isole Marianne	500	2-3	13 58	90.0	—	6.04
54	12 genn. 1950	Isole Figi.	550	3	12 00	154.4	—	—
55	18 giu. 1940	Isole Filippine	570	1	13 52	100.3	—	—
56	10 lugl. »	Manciuria	580	3	05 50	77.9	6.61	6.14
57	11 genn. 1946	Manciuria	580	3	01 33	64.8	6.93	6.68
58	5 apr. 1949	Wladivostok	580	3	09 27	78.3	5.98	5.74
59	17 magg. 1950	Corea	580	3	11 47	81.9	6.44	6.21
60	26 sett. 1946	Isola Tonga	600	3	10 53	153.0	—	—
61	30 magg. 1950	Isola Tonga	600	3	15 04	156.6	—	—
62	2 dic. »	Brasile W	650	9	15 20	90.9	6.54	6.03
63	9 lugl. »	Brasile	650	9	04 40	90.5	6.95	6.61
64	14 ag. »	Argentina	660	10	22 51	98.1	7.38	7.10

M_{PH}	M_{P_2}	M_{SH}	M (mediato) + ϵ	M Pas	M Stp	m (Roma)	$\delta =$ $M_{Pas} - M$ (mediato)	$\delta_P =$ $M_{Pas} - \bar{M}_P$	$\delta_{PP} =$ $M_{Pas} - \bar{M}_{PP}$	$\delta_S =$ $M_{Pas} - \bar{M}_S$	$M_{Roma} - M_{Sup}$
6.80	6.91	6.51	6.69 + ϵ	7	6.53	7.0	+ 0.008	+ 0.082	- 0.155	+ 0.185	+ 0.461
6.56	6.43	7.04	6.83 + ϵ	7 1/4	6.64	6.9	+ 0.323	+ 0.052	+ 0.651	+ 0.211	+ 0.288
6.99	6.55	7.11	7.06 + ϵ	7.1	6.29	7.1	+ 0.038	- 0.230	+ 0.322	- 0.014	+ 0.773
7.04	6.66	6.73	6.90 + ϵ	7	5.88	7.0	+ 0.005	- 0.245	+ 0.047	+ 0.172	+ 1.111
6.37	6.02	—	6.20 + ϵ	7.1	6.55	6.3	+ 0.802	—	+ 0.802	—	?
6.99	6.77	—	6.89 + ϵ	7.0	6.38	7.0	+ 0.014	+ 0.003	+ 0.021	—	+ 0.611
6.95	6.60	6.90	6.87 + ϵ	7.0	6.79	7.0	+ 0.034	- 0.118	+ 0.126	0.000	+ 0.206
7.10	6.80	—	6.95 + ϵ	7.1	6.69	7.0	+ 0.053	—	+ 0.053	—	+ 0.353
—	—	6.07	6.60 + ϵ	7 ~	5.82	6.7	+ 0.296	+ 0.030	—	+ 0.826	+ 0.886
7.17	6.77	6.14	6.58 + ϵ	6 1/2	6.26	6.9	- 0.382	- 0.053	- 0.769	- 0.064	+ 0.620
6.95	6.53	6.71	6.72 + ϵ	7	5.65	6.8	+ 0.182	+ 0.216	+ 0.162	+ 0.185	+ 1.164
—	—	7.25	7.20 + ϵ	8	7.63	7.3	+ 0.702	+ 0.727	—	+ 0.654	?
7.15	6.96	6.41	6.78 + ϵ	7-7 1/4	6.47	7.1	+ 0.047	+ 0.101	- 0.229	+ 0.419	+ 0.610
6.69	6.73	—	6.71 + ϵ	7.2	6.86	6.8	+ 0.391	—	+ 0.391	—	?
7.03	6.98	7.29	7.00 + ϵ	7.3	6.66	7.1	+ 0.203	+ 0.506	+ 0.199	- 0.694	+ 0.435
6.59	6.41	—	6.50 + ϵ	6 1/4	5.56	6.6	- 0.351	—	+ 0.351	—	+ 1.040
—	—	6.68	6.90 + ϵ	6.8	5.60	7.0	- 0.197	- 0.303	—	+ 0.015	+ 1.400
6.76	—	5.62	6.19 + ϵ	6 1/4	5.84	6.3	- 0.041	—	- 0.609	+ 0.527	+ 0.451
7.02	6.45	6.44	6.63 + ϵ	6 3/4 ~	5.58	6.7	+ 0.014	—	- 0.084	+ 0.209	+ 1.161
7.12	7.31	6.99	7.09 + ϵ	7.4	6.92	7.2	+ 0.206	+ 0.271	+ 0.086	+ 0.315	+ 0.270
7.53	6.65	6.09	6.49 + ϵ	6 1/2	5.31	6.6	- 0.088	- 0.182	- 0.192	+ 0.306	+ 1.278
7.07	6.61	—	6.84 + ϵ	6.4	6.29	6.9	- 0.539	—	- 0.539	—	+ 0.649
6.36	6.07	—	6.22 + ϵ	7.0	6.37	6.3	+ 0.683	—	+ 0.683	—	?
6.66	5.95	—	6.31 + ϵ	6 3/4	6.42	6.4	+ 0.345	—	+ 0.345	—	?
6.66	6.35	6.49	6.46 + ϵ	6 1/2	5.49	6.6	- 0.064	- 0.012	- 0.103	- 0.091	+ 1.074
7.51	6.93	—	7.22 + ϵ	7.2	6.15	7.3	- 0.121	—	- 0.121	—	+ 1.171
6.55	6.27	6.51	6.57 + ϵ	6 3/4-7	5.87	6.7	+ 0.204	+ 0.018	+ 0.362	+ 0.260	+ 0.802
6.77	6.46	6.75	6.68 + ϵ	6.8	6.04	6.8	+ 0.020	- 0.011	+ 0.089	- 0.054	+ 0.741
6.71	6.25	6.11	6.55 + ϵ	6.9	6.24	6.6	+ 0.255	- 0.023	+ 0.317	+ 0.687	+ 0.663
6.76	—	6.05	6.45 + ϵ	6 1/2	5.76	6.5	- 0.046	- 0.129	- 0.357	+ 0.348	+ 0.786
7.15	6.60	—	6.87 + ϵ	6.8	6.22	7.0	- 0.172	—	- 0.172	—	+ 0.752
7.24	6.88	—	7.06 + ϵ	7.2	6.20	7.2	+ 0.039	—	+ 0.039	—	+ 0.961
7.35	6.98	—	7.16 + ϵ	7.0	6.94	7.3	- 0.261	—	- 0.261	—	+ 0.320
6.77	6.52	—	6.65 + ϵ	6 3/4	6.51	6.7	+ 0.005	—	+ 0.005	—	+ 0.555
7.36	7.05	7.03	7.06 + ϵ	6.9	6.32	7.2	- 0.261	- 0.130	- 0.405	- 6.234	+ 0.841
—	—	7.19	7.27 + ϵ	7.5	6.85	7.4	+ 0.131	+ 0.092	—	+ 0.211	+ 0.517
6.72	6.48	6.61	6.56 + ϵ	7.1	6.07	6.7	+ 0.343	+ 0.511	+ 0.401	+ 0.393	+ 0.587
6.32	5.81	—	5.94 + ϵ	6 1/4	5.00	6.0	+ 0.212	+ 0.332	+ 0.085	—	+ 1.042
6.53	6.26	6.51	6.21 + ϵ	6 1/4	5.21	6.3	- 0.062	+ 0.270	- 0.243	- 0.361	+ 1.102
7.19	7.17	—	7.18 + ϵ	7 1/4	7.37	7.3	- 0.030	—	- 0.030	—	- 0.090?
6.79	6.37	—	6.58 + ϵ	7	6.13	6.7	+ 0.323	—	+ 0.323	—	+ 0.547
6.79	6.56	—	6.82 + ϵ	7.2	6.89	6.9	+ 0.277	+ 0.124	+ 0.429	—	+ 0.033
6.39	6.07	—	6.37 + ϵ	6 1/2	6.75	6.5	+ 0.031	- 0.110	+ 0.172	—	- 0.281?
7.00	6.57	—	6.79 + ϵ	6 3/4	6.00	6.9	- 0.136	—	- 0.136	—	+ 0.886
6.65	6.30	—	6.48 + ϵ	7.0	6.61	6.6?	+ 0.425	—	+ 0.425	—	- 0.035?
7.41	7.13	6.64	7.22 + ϵ	7.8	7.32	7.3	+ 0.477	+ 0.730	+ 0.430	+ 1.065	+ 0.005
6.63	6.12	—	6.37 + ϵ	6 1/2	5.83	6.5	+ 0.025	—	+ 0.025	—	+ 0.645
6.38	6.15	—	6.16 + ϵ	6	5.52	6.3	- 0.260	- 0.153	- 0.366	—	+ 0.740
7.06	6.66	—	6.86 + ϵ	7	6.28	7.0	+ 0.045	—	+ 0.045	—	+ 0.675
6.40	6.20	—	6.42 + ϵ	7	6.29	6.9	+ 0.129	+ 0.007	+ 0.251	—	+ 0.576
6.62	6.34	5.80	6.28 + ϵ	6 3/4-7	5.75	6.7	+ 0.145	+ 0.109	- 0.059	+ 0.624	+ 0.985
6.47	5.81	—	6.14 + ϵ	6 3/4	5.67	6.6	+ 0.160	—	+ 0.160	—	+ 0.920
—	6.57	5.94	6.18 + ϵ	6 3/4	5.77	6.7	+ 0.				

RIASSUNTO

Per adeguarci agli sviluppi più recenti del concetto di Magnitudo dei terremoti, abbiamo effettuato un aggiornamento sui rilievi fatti per il passato.

Com'è noto, la magnitudo dei sismi veniva data tramite formule che tenevano conto delle ampiezze delle onde superficiali orizzontali.

Successivamente Gutenberg ha stabilito delle relazioni che tengono conto anche delle onde P, PP ed S le quali entrano nelle formule con i loro periodi e le loro ampiezze.

Una equazione lineare consente il passaggio dalla magnitudo calcolata con le onde superficiali a quella calcolata con le onde spaziali.

Per poter giungere anche noi ad una relazione analoga, abbiamo effettuato lo spoglio di due anni di registrazioni; a calcoli fatti abbiamo ottenuto la seguente relazione

$$\begin{aligned} m &= 0.474 M_s + 3.590 \\ &= M_s - 0.526 (M_s - 6.822). \end{aligned}$$

Di questa ci siamo valse per determinare di ciascun terremoto, la magnitudo unificata.

Un confronto tra le « magnitudo unificate » così ottenute e le corrispondenti magnitudo calcolate da Pasadena, permette la determinazione di un coefficiente per la stazione sismica di Roma.

Vengono discussi i risultati conseguiti.

Allo scopo di dimostrare la bontà o meno delle formule e delle correzioni trovate, sono state poi calcolate le magnitudo di una serie di terremoti e messe a confronto con le analoghe valutazioni di Pasadena.

La II parte del lavoro è riservata ad uno studio sui terremoti profondi. Per questi, esclusi dalla precedente trattazione, viene calcolata la magnitudo con le onde spaziali, facendo uso della formula di Gutenberg (priva del termine correttivo).

Si è trovato che la correzione di stazione si mantiene ancora quella dei terremoti superficiali, salvo una variazione che si verifica per i telesismi a profondità superiori ai 450 km e provenienti dal settore E-NNE.

Per i terremoti profondi inoltre, si è fatto un tentativo per la ricerca di una funzione che legghi la magnitudo calcolata con le onde spaziali con quella calcolata con le onde superficiali (di $T = 20$ sec. ca.). Riportati in

ascisse i valori delle profondità ipocentrali e in ordinate le differenze

$$m_{\text{spaziali}} - M_{\text{superf.}}$$

si trova una curva che sembra presentare per un ampio intervallo della profondità ipoc. ($250 < h < 450$) la stessa correzione (+0.8 ca.) mentre al di sotto e al di sopra di tale intervallo gli scarti aumentano piuttosto rapidamente.

ABSTRACT

In order to adapt our work to the latest developments of the conception of Magnitudo of earthquakes, we have effected an up-to-dating of the observation made in the past.

As noted, the magnitudo of systems used to be supplied by means of formulae that took into account the amplitude of superficial horizontal waves.

Subsequently, Gutenberg worked out equations that take into account also P, PP, and S waves which are comprised in the formulae together with their periods and amplitudes.

A linear equation allows the passage from a magnitudo worked out in basis of superficial waves to that worked out with spatial waves.

In order to arrive at a similar formula also in our work, we have reviewed our registrations as far back as two years, and, after suitable calculations, have obtained the following equation:

$$\begin{aligned} m &= 0.474 M_s + 3.590 \\ &= M_s - 0.526 (M_s - 6.822) \end{aligned}$$

A comparison between the "unified magnitudo" obtained in this manner and the corresponding magnitudo worked out by Pasadena permits to determine a coefficient for the seismic station of Rome.

The results obtained are subsequently outlined.

In order to ascertain the degree of the worth of these formulae and of the correlations discovered, the magnitudo of a whole series of earthquakes has been worked out and compared with the analogous reckonings made by Pasadena.

The second part of the present study is devoted to the research into deep earthquakes. For these earthquakes (not included in the previous study), magnitudo has been calculated with body waves, using Gutenberg's formula (deprived of correction term).

It has been found that the correction of the station is kept the same as that of shallow earthquakes, except for a variation which takes place in the case of teleseisms originating at depths exceeding 450 kilometres and coming from the E-NNE sector.

As regards deep earthquakes, an attempt has been made, furthermore, to find a function that would link the magnitudo worked out with body waves with magnitudo based on superficial waves (with T 20 secs ca.). Placing the hypocentral depths into abscisses and the differences into ordinates

$$m_{\text{body}} \quad M_{\text{superficial}}$$

we shall find a curve which, for a considerable stretch of hypocentral depth ($250 < h < 450$) appears to show the same correction (about + 0.8) while under and above this stretch, the differences increase rather rapidly.

BIBLIOGRAFIA

- GUTENBERG, B., a) *Amplitudes of Surface Waves and Magnitudo of Shallow Earthquakes* « Bull. Seismol. Soc. Amer. », **35**, 3-12, (1945).
- b) *Amplitudes of P, PP and S and Magnitudo of Shallow Earthquakes*, « Bull. Seismol. Soc. Amer. », **35**, 57-69, (1945).
- c) *Magnitudo Determination for Deep-focus Earthquakes*, « Bull. Seismol. Soc. Amer. », **35**, 117-130, (1945).
- GUTENBERG, B. and RICHTER, C. F., *Earthquake Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration*, « Bull. Seismol. Soc. Amer. », **32**, 163-191, (1942).
- — *Earthquake Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration*, « Bull. Seismol. Soc. Amer. », 2° Paper, **32**, (1942).
- — *Magnitude and Energy of Earthquakes*, « Annali di Geofisica », IX, 1, (1956).
- DI FILIPPO, D. - MARCELLI, L., *La Magnitudo dei terremoti e la sua determinazione nella stazione sismica di Roma*, « Annali di Geofisica », II, 4, (1949).
- BATH, M., *The Problem of Earthquakes Magnitudo Determination*, « Travaux Scientifiques » 19, Serie A.