

VARIAZIONE DIURNA DELLA GRAVITÀ IN EUROPA

Nota 1^a: Dati sperimentali

C. MORELLI

1. *Generalità.* — Dato il continuo estendersi delle misure di gravità di precisione (± 0.01 mgal), necessita conoscere la variazione diurna per effetto luni-solare. Se effettuati per ogni singola richiesta, i calcoli sono piuttosto laboriosi; risulta opportuno perciò computarli possibilmente in serie, per es. previo calcolo di appositi nomogrammi.

Per i lavori gravimetrici in Italia sett., l'Osservatorio Geofisico di Trieste calcola da tempo la variazione diurna della gravità per tali regioni: poiché però questi dati valgono praticamente per tutta l'Ita-

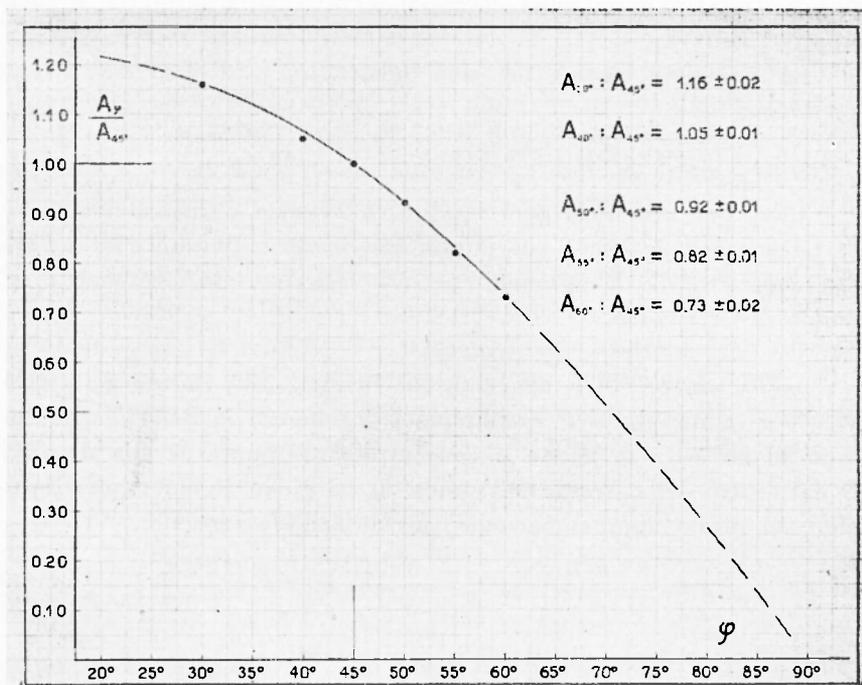


Fig. 1 - Valori del fattore correttivo k_f dell'ampiezza in funzione della latitudine (maggio 1953).

lia, ed anche per l'Europa centrale, e con piccoli spostamenti di fase e variazioni di ampiezza per buona parte dell'Europa, si ritiene opportuno iniziarne su questa Rivista la pubblicazione, che verrà poi continuata regolarmente in separata sede.

Ciò anche allo scopo di consentire opportuni confronti, nelle diverse regioni dove fossero disponibili gravimetri per tali misure, fra la variazione normale della gravità e quella reale, influenzata com'è noto dalle condizioni geologico-tettoniche regionali.

I calcoli sono stati effettuati per la superficie di una Terra rigida,

per: $\varphi_0 = 45^\circ$, $\lambda_0 = 12^\circ$ Est Greenwich.

e le ampiezze sono state amplificate dal fattore medio 1.22 (1).

Per passare a latitudini diverse da questa, abbiamo calcolato per il maggio 1953 (v. fig. 8) le curve della variazione diurna della gravità anche per le latitudini di 30° , 40° , 50° , 55° e 60° : come si vede, esse comportano solo variazioni in ampiezza. I valori medi del fattore correttivo $k\varphi$ per cui va moltiplicata l'ampiezza A_{45° delle curve per $\varphi_0 = 45^\circ$, per ottenere quella corrispondente $A\varphi$ alla latitudine φ , sono riportati nella fig. 1.

Le variazioni di fase per una longitudine λ , diversa da λ_0 , sono quelle ben note:

$$\mp 1 \text{ ora per } \lambda_0 - \lambda = \pm 15^\circ$$

Cioè, per utilizzare per esempio in Francia o Inghilterra (fuso di Greenwich), le curve qui pubblicate, basterà diminuire di un'ora le ascisse lette dal diagramma, che sarà così riportato direttamente al tempo di Greenwich.

2. *Discussione.* — È ben noto che la variazione diurna della gravità ∂g in un punto P qualunque sulla superficie della Terra dovuta ad un astro di massa m concentrato nel punto M alla distanza D dal centro della Terra, nell'ipotesi di un globo rigido si può esprimere in prima approssimazione con la formula seguente (2):

$$\partial g = \frac{3 \varepsilon m R}{D^3} \left(\cos^2 \psi - \frac{1}{3} \right) = K \left(c \, s^2 \psi - \frac{1}{3} \right) \quad [1]$$

dove: ε = costante di attrazione universale;

R = raggio della Terra;

ψ = distanza zenitale dell'astro, riferita al centro della Terra.

Risulta quindi anzitutto che ∂g è funzione di D e di ψ .

È inoltre, com'è noto:

$$\cos \psi = \sin \varphi \sin \vartheta + \cos \varphi \cos \vartheta \cos \tau \quad [2]$$

dove: φ = latitudine del punto considerato;

ϑ = declinazione dell'astro;

τ = angolo orario.

Quindi a sua volta ψ è funzione di φ (latitudine), τ (longitudine) e ϑ (declinazione dell'astro).

In definitiva, avremo quindi che ∂g è funzione della posizione dell'astro (D, ϑ) e delle coordinate del punto sulla superficie della Terra (φ, τ):

$$\partial g = f(D, \vartheta; \varphi, \tau). \quad [3]$$

Per una determinata posizione dell'astro (D, ϑ costanti) su uno stesso meridiano ($\tau =$ costante), ∂g sarà solo funzione di φ ; oppure su uno stesso parallelo ∂g sarà solo funzione di τ .

Poiché i corpi celesti che hanno influenza apprezzabile sulla gravità, sono la Luna e il Sole (per i quali il coefficiente della [1] vale in media 0,164 mgal e 0,075 mgal), basterà fare la somma algebrica del contributo che a ciascuno di essi compete per la [3]: sicché la conclusione ora ricavata rimane valida.

Precisiamo ora che ammettiamo di poter trascurare, qui e nel seguito, valori inferiori a 0.01 mgal, dato che questo è attualmente il limite della sensibilità strumentale ai fini pratici. Quindi, anche per la Luna e per il Sole il contributo dei termini di ordine superiore della [1] è trascurabile, essendo per la prima inferiore al 2% del totale, e per il Sole ancora minore.

Le variazioni di D influiscono solo sul coefficiente della [1], e poiché di esse si è già tenuto conto nel calcolo di ∂g per $\varphi_0 = 45^\circ$, il contributo alle varie latitudini si può ritenere costante (per una determinata epoca: nel caso specifico, per un determinato mese).

L'ampiezza delle variazioni di ϑ invece varia durante l'anno (v. figg. 4-9), sicché ϑ , come risulta dalla [2], influisce diversamente su ψ delle diverse epoche (nei diversi mesi).

Il contributo di questa variazione è però piuttosto piccolo; ripetuto il calcolo per il mese di ottobre 1953, è risultato:

$$A_{30} : A_{45} = 1.26 \pm 0.01$$

$$A_{60} : A_{45} = 0.72 \pm 0.01$$

Confrontando tali dati con quelli riportati in fig. 1 (maggio 1953), si vede che la differenza massima si ha alla latitudine di 30° , ed è di appena 0.10.

Ora, poiché il coefficiente k_{φ} va a moltiplicare la variazione diurna per $\varphi = 45^{\circ}$, la cui ampiezza massima è 0.30 mgal, mentre la precisione desiderata è ± 0.01 mgal, *basta che esso sia esatto nella prima cifra decimale*: perciò, praticamente i valori di k_{φ} calcolati per un determinato mese, possono assumersi validi anche per i tre mesi precedenti ed i tre mesi successivi.

Accompagneremo perciò la pubblicazione delle previsioni per ogni semestre con i valori di k_{φ} per un mese centrale di esso.

3. *Confronti.* — Pochi sono i valori teorici o sperimentali della variazione diurna della gravità finora noti per altra via in Europa.

Dobbiamo alla cortesia del dr. *Jean Martin* i valori teorici per Parigi per i giorni 1 e 2 settembre 1951: essi si accordano perfettamente con quelli da noi a suo tempo calcolati.

Valori *osservati* della variazione diurna della gravità sono stati invece pubblicati da *R. Tomaschek* ⁽³⁾. Essi si riferiscono ad osservazioni fatte a Winsford, Inghilterra ($\varphi = 53^{\circ}2$) con un gravimetro Frost dal 17 al 23 aprile 1951, in una miniera di sale, a 143 m di profondità.

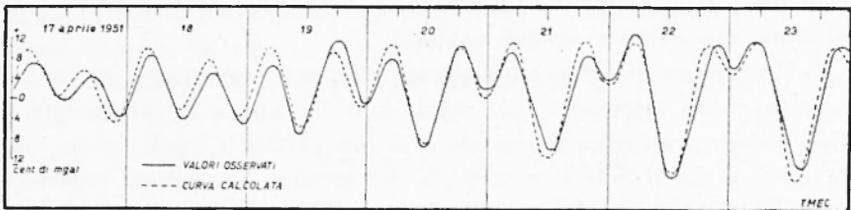


Fig. 2 - Confronto fra la variazione diurna della gravità osservata a Winsford, Inghilterra e le previsioni ridotte in ampiezza e fase per lo stesso posto.

I risultati del confronto con la variazione diurna da noi calcolata per lo stesso periodo sono riportati in *fig. 2*. Come si vede, entro i limiti della precisione strumentale l'accordo è buono (gli scarti sono probabilmente dovuti all'influsso delle maree oceaniche).

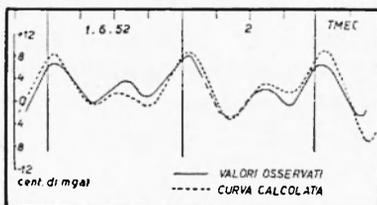


Fig. 3 - Confronto tra la variazione diurna della gravità osservata a Berlino e le previsioni ridotte in ampiezza per lo stesso posto.

Infine altri dati osservati con gravimetro sono stati pubblicati dall'*Askania-Werke* e si riferiscono a registrazioni effettuate con un gra-

vimetro Askania Gs9 a Berlino ($\varphi = 52.5$) dal 31 maggio al 3 giugno 1952 (⁴). I risultati del confronto sono riportati in *fig. 3*, e dimostrano che l'accordo è soddisfacente, a meno di un errore piuttosto piccolo dovuto all'onda diurna.

In conclusione, i risultati dei confronti confermano l'applicabilità di quanto qui sopra esposto teoricamente: cioè, che la variazione diurna della gravità calcolata per un punto centrale dell'Europa può essere facilmente e con sufficiente approssimazione modificata in ampiezza, ed in fase, in guisa da essere valida per ogni altra regione vicina d'Europa.

Discuteremo in una nota successiva i limiti di tale validità.

Istituto Nazionale di Geofisica — Osserv. di Trieste — Gennaio 1953.

RIASSUNTO

Si dimostra che la variazione diurna della gravità, calcolata regolarmente dall'Osservatorio Geofisico di Trieste per l'Italia settentr. ($\varphi_0 = 45^\circ$), può essere praticamente valida per altre regioni vicine d'Europa, con piccole modifiche nell'ampiezza o nella fase. Vengono calcolati i fattori correttivi dell'ampiezza da $\varphi = 30^\circ$ a $\varphi = 60^\circ$, e ne viene discussa la variabilità nel tempo. Alcuni confronti con la variazione diurna della gravità calcolata o direttamente osservata in altre regioni d'Europa confermano l'asserto.

SUMMARY

The connaissance of diurnal variation of gravity is today required for reduction of high precision gravity measurements, and for other scientific purposes. Calculations for each single request are not quick, but use of nomograms can considerably diminish the trouble.

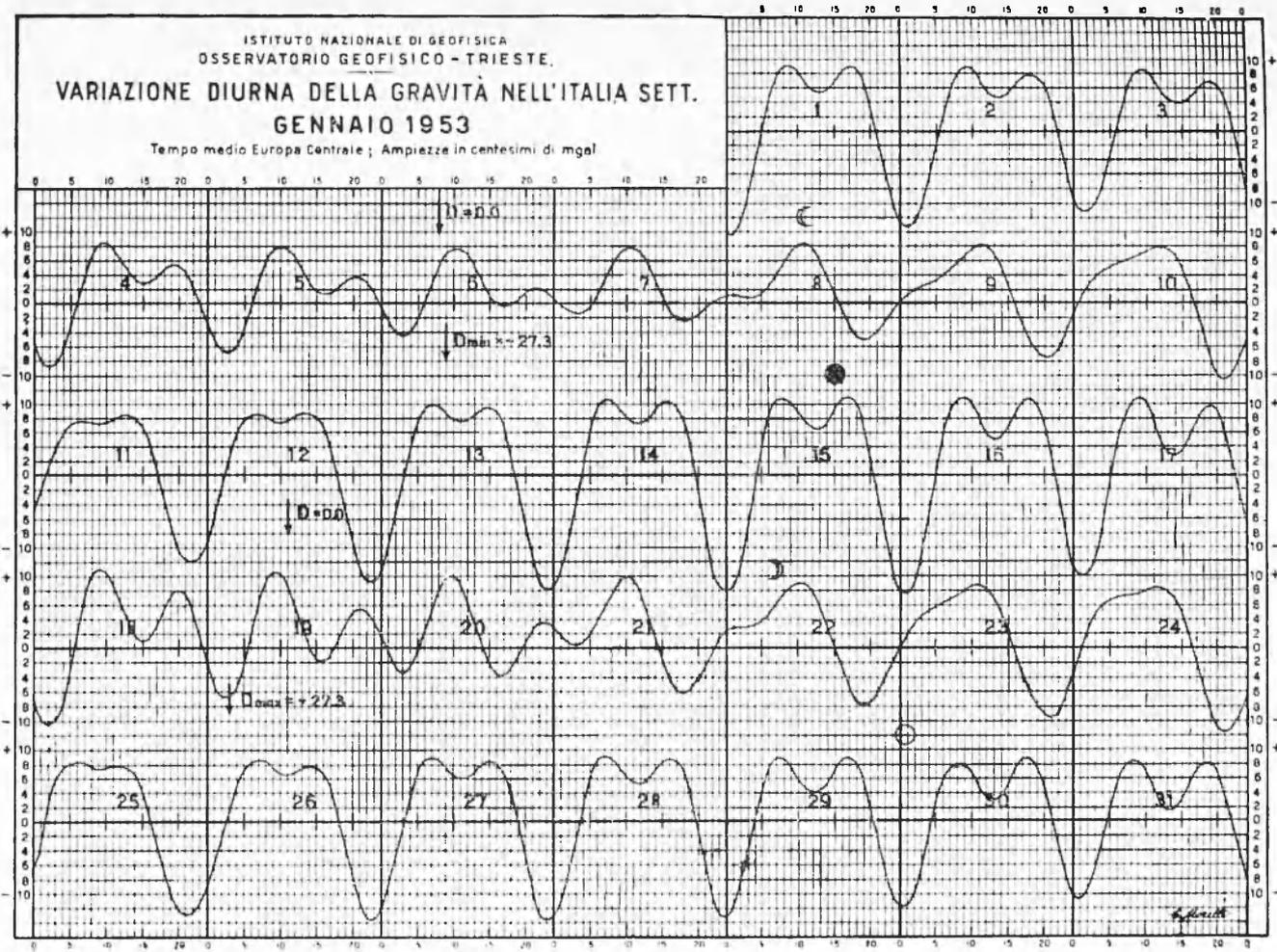
Geophysical Observatory in Trieste is now calculating diurnal variation of gravity for Northern Italy: this data are practically worth also for Central Europe, and, with slight amplitude and phase differences, for almost all Europe. Amplitude factors for φ between 30° and 60° are calculated, and their variability with time is discussed.

Computations have been made at a surface of a rigid Earth, and amplitudes have been magnified by a factor of 1.22, accordingly to Baars (« Gravity effect of Earth tides », E.A.E.G. Inaugural Meeting, The Hague 1951).

Comparisons with diurnal variation of gravity calculated or directly observed in some other regions of Europe confirm the above said validity.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BAARS B.: *Gravity effect of Earth tides*. E.A.E.G. Inaugural Meeting, The Hague, 1951.
- (2) V. per es. SOLAINI L.: *Lezioni di Gravimetria*. Dispense dell'Istituto di Geofisica Applicata del Politecnico, Milano 1949.
- (3) *Tidal gravity observations at Winsford (Cheshire)*. M.N.R.A.S., Geophys. Suppl., v. 6, n. 6, Sept. 1952.
- (4) *Ein serienmaessiges Askania-Gravimeter G_s9 registriert die zeitlichen Aenderungen der Erdbeschleunigung*. Askania-Warte n. 42, Berlin, Juli 1952.



VARIAZIONE DIURNA DELLA GRAVITÀ IN EUROPA

Fig. 4

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA
 OSSERVATORIO GEOFISICO - TRIESTE
VARIAZIONE DIURNA DELLA GRAVITÀ NELL'ITALIA SETT.
FEBBRAIO 1953

Tempo medio Europa Centrale; Ampiezza in centesimi di mgal

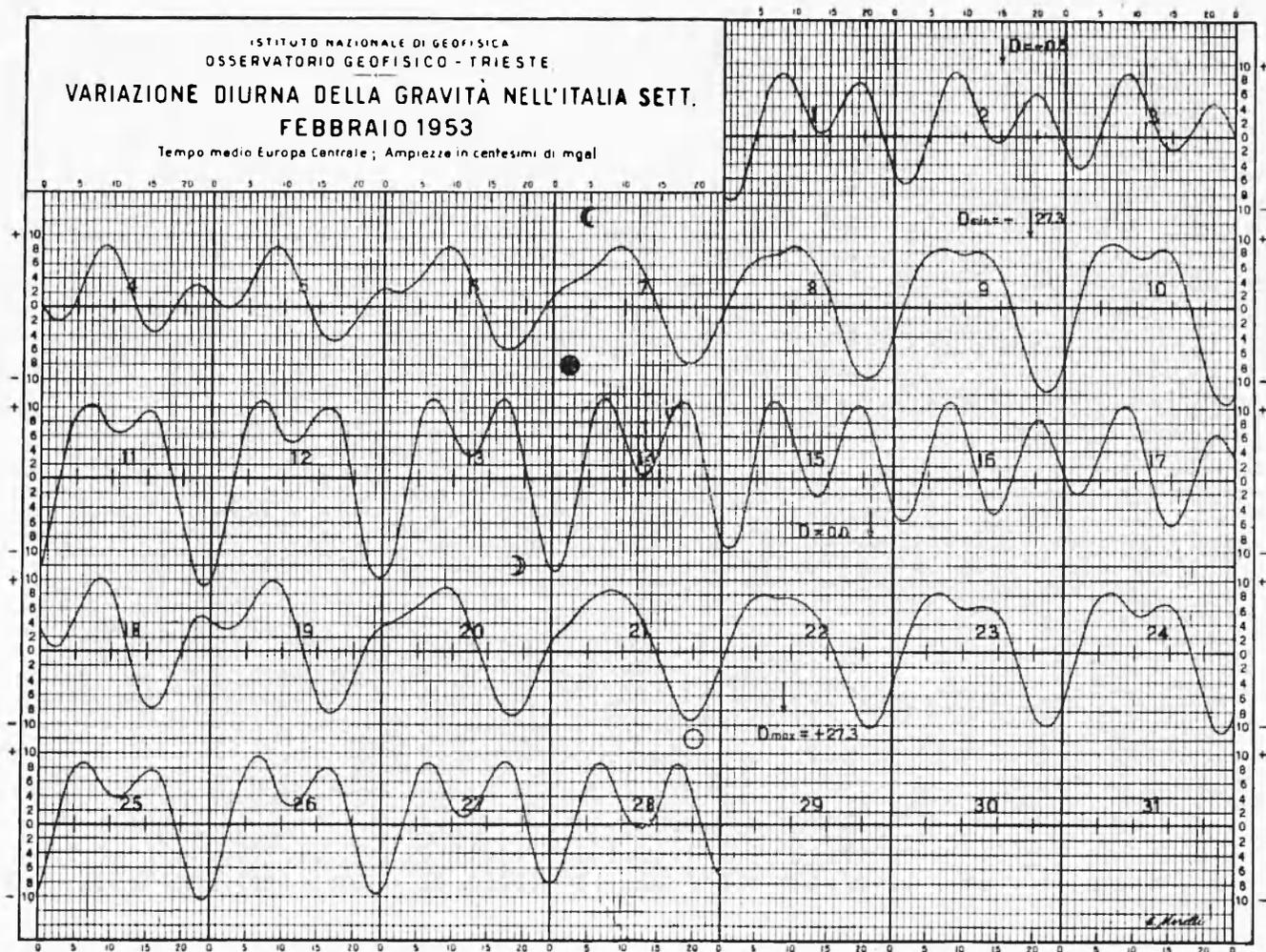


Fig. 5

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA
OSSERVATORIO GEOFISICO - TRIESTE.

VARIAZIONE DIURNA DELLA GRAVITÀ NELL'ITALIA SETT. MARZO 1953

Tempo medio Europa Centrale, Ampiezze in centesimi di mgal

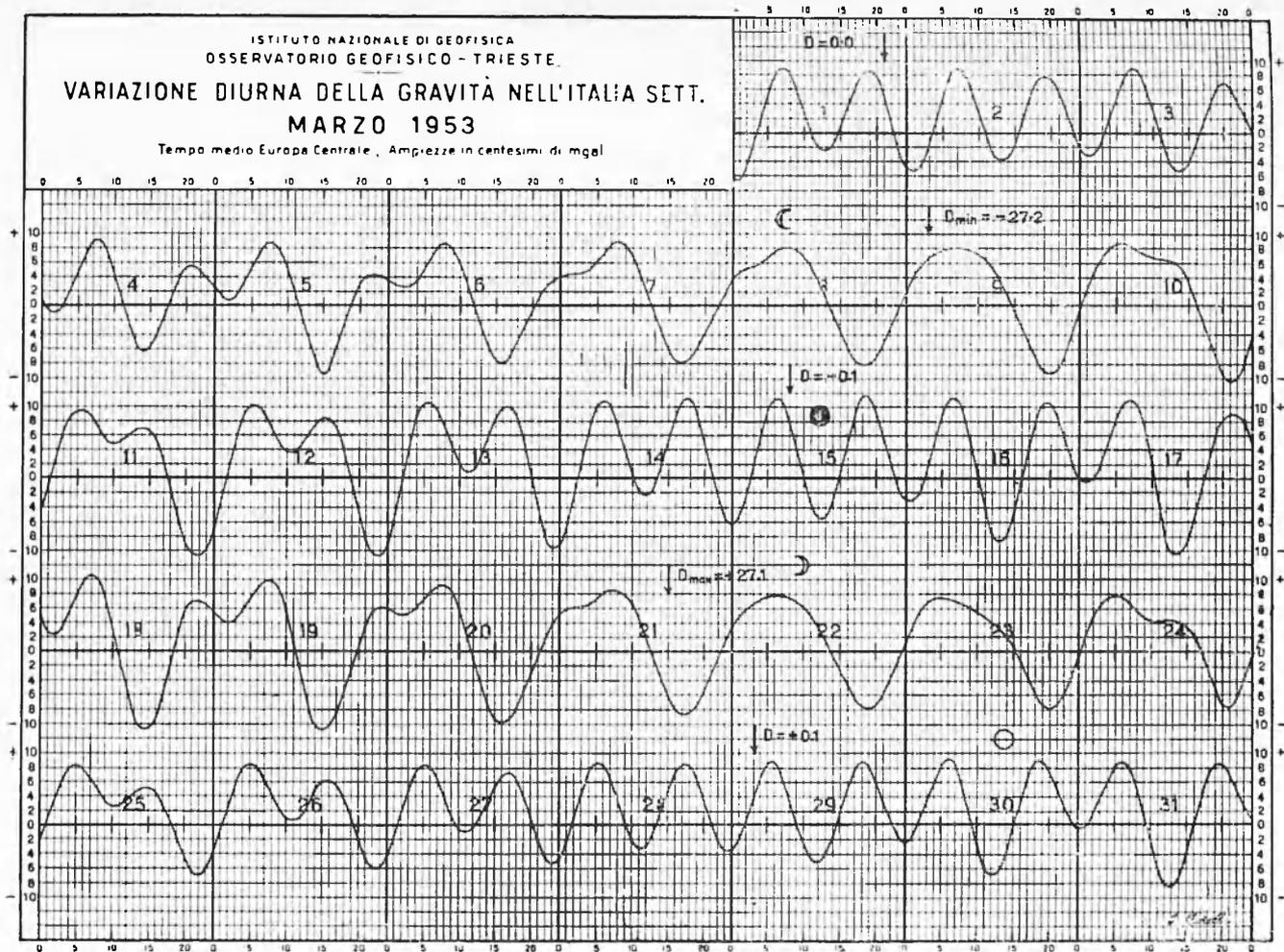


Fig. 6

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA
OSSERVATORIO GEOFISICO - TRIESTE.

VARIAZIONE DIURNA DELLA GRAVITÀ NELL'ITALIA SETT. APRILE 1953

Tempo medio Europa Centrale; Ampiezza in centesimi di mgal

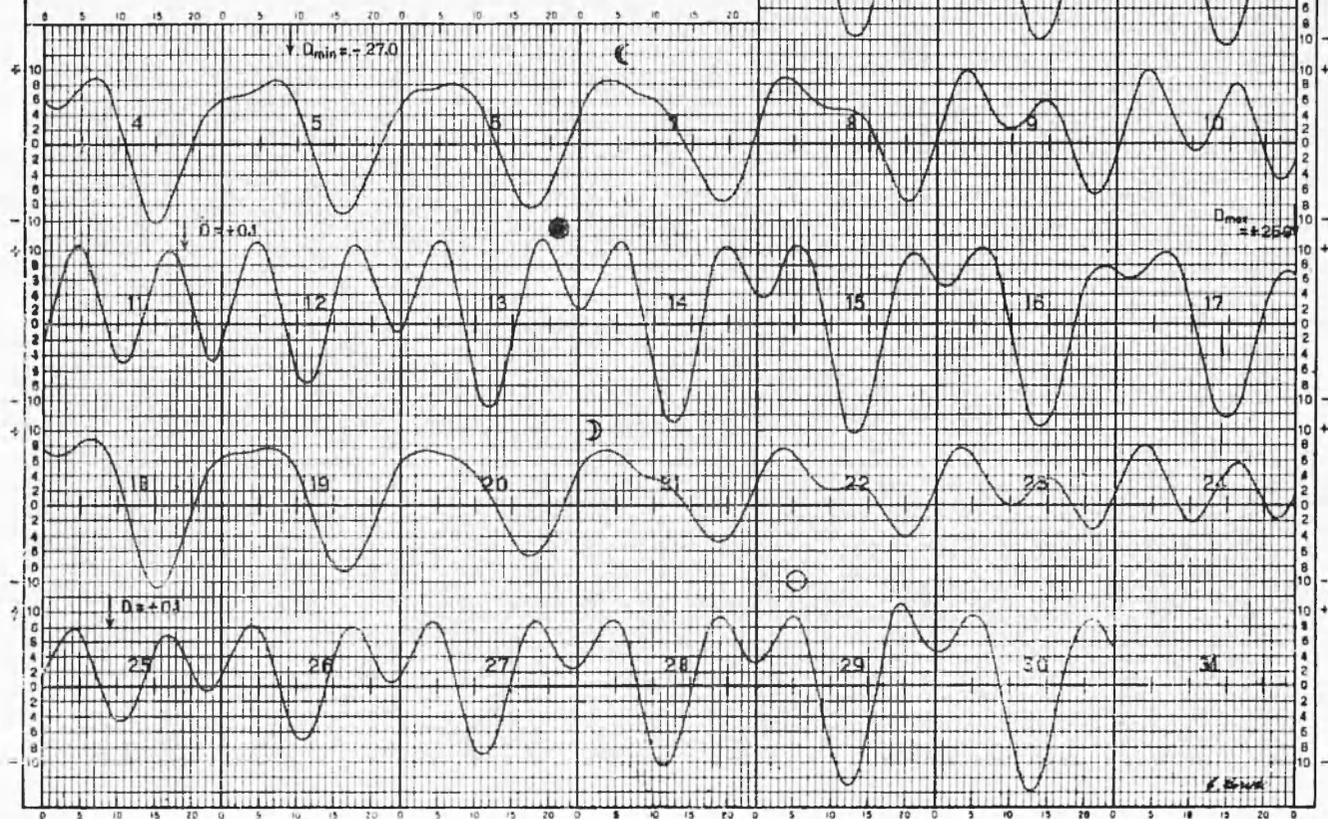


Fig. 7

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA
OSSERVATORIO GEOFISICO - TRIESTE.

VARIAZIONE DIURNA DELLA GRAVITÀ NELL'ITALIA SETT.

MAGGIO 1953

Tempo medio Europa Centrale; Ampiezze in centesimi di mgal

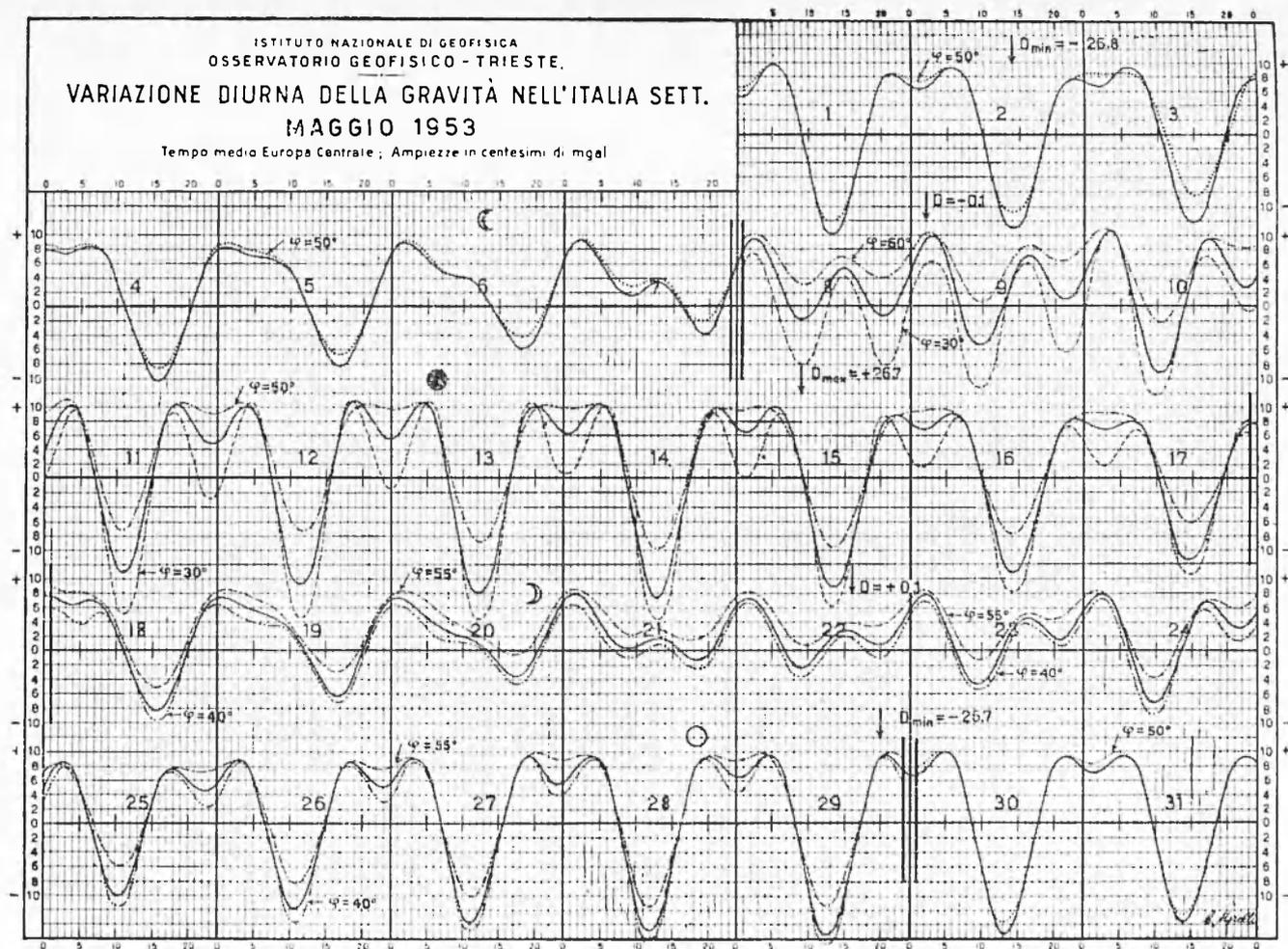


Fig. 8

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA
 OSSERVATORIO GEOFISICO - TRIESTE
VARIAZIONE DIURNA DELLA GRAVITÀ NELL'ITALIA SETT.
GIUGNO 1953
 Tempo medio Europa Centrale; Ampiezze in centesimi di mgal

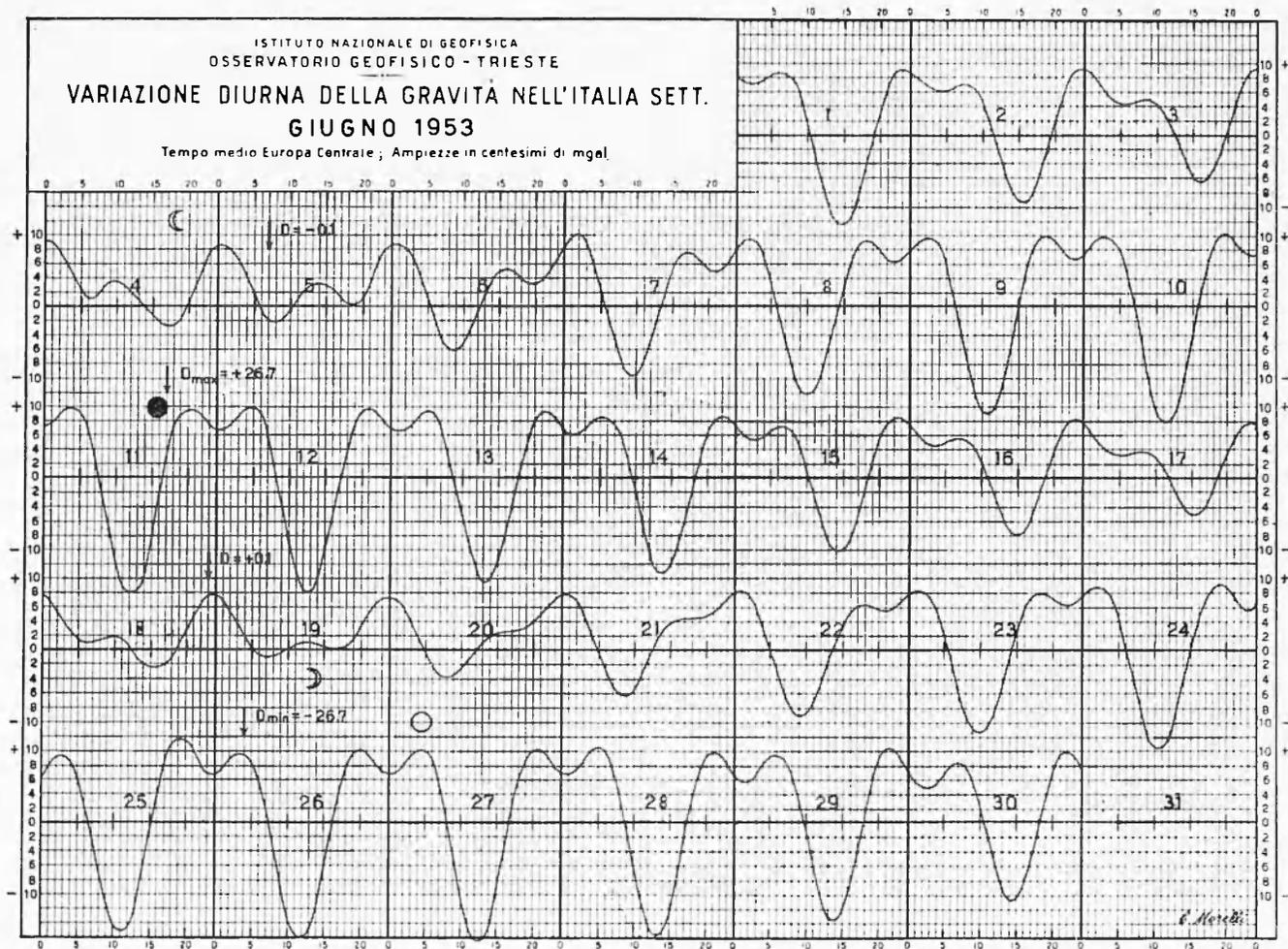


Fig. 9