

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVI.

1909

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1909

Fisica terrestre. — *Importante particolarità nei sismogrammi del R. Osservatorio Geodinamico di Rocca di Papa in occasione dei terremoti Calabri dell'8 settembre 1905 e 28 dicembre 1908.*

Nota di G. AGAMENNONE, presentata dal Socio E. MILLOSEVICH.

1. È noto come in ogni telesismogramma soglionsi distinguere varie fasi, e precisamente quella dei *primi tremiti preliminari*, attribuiti alle onde elastiche longitudinali dotate della maggiore velocità; quella dei *secondi tremiti preliminari*, attribuiti all'arrivo delle onde elastiche trasversali, o di distorsione, meno veloci; poi la così detta *fase principale*, consistente in onde lente e dotate di una velocità ancor meno considerevole, le quali si credono generalmente dovute ad onde di gravità, e perciò sono dette gravitazionali; infine la *fase finale*. A causa della diversa velocità di propagazione, inerente ad ogni specie di onde, la durata dei primi e secondi tremiti preliminari cresce coll'aumentare della distanza dall'epicentro: anzi, basandosi su questo fatto, sono state elaborate formole, più o meno soddisfacenti, per calcolare la distanza dell'epicentro relativo ad un dato telesisma.

È noto pure come si soglia attribuire ai primi tremiti preliminari un periodo oscillatorio relativamente breve, un periodo meno rapido ai secondi tremiti preliminari, ed un periodo, senza paragone più lento, alle onde della fase principale.

2. Ciò premesso, non fu piccola la mia meraviglia nell'osservare che i sismogrammi ottenuti da ambo i microsismografi di Rocca di Papa per la scossa dell'8 settembre 1905, ad una distanza di quasi 450 km. dall'epicentro, avevano cominciato bruscamente con onde lente, al contrario cioè della comune credenza. E non era possibile equivoco di sorta, tanto più che v'era concordanza assai soddisfacente tra i due strumenti, sebbene di diverso tipo. Infatti, l'uno di essi era un microsismografo « Vicentini » (kg. 100, periodo = 2^s,4, ingrandimento = 40, velocità oraria della carta = 30^{cm}, registrazione a nerofumo), mentre l'altro era un microsismometrografo « Agamennone » (kg. 500, periodo = 4^s,2, ingrandimento = 60, velocità della carta = 70^{cm}, registrazione ad inchiostro).

Or bene, nel 1° strumento la registrazione cominciò con onde lente caratterizzate da un periodo di c. 19^s e sensibilmente crescenti in ampiezza fino ad un forte rinforzo, verificatosi un buon minuto dopo. Alle predette onde lente erano sovrapposte, più o meno sensibili, oscillazioni quasi strumentali.

Il sismogramma del 2° strumento cominciò parimenti, in modo repentino, con una serie di onde lente di c. 16^s di periodo, anch'esse sensibilmente

crescenti in ampiezza fino al rinforzo ben pronunciato verificatosi dopo quasi un minuto; ed anche qui non faceva difetto la sovrapposizione d'altre onde presso a poco strumentali.

3. Si potrebbe tuttavia sospettare che l'inizio della registrazione in questi strumenti fosse avvenuto non già ai primi tremiti preliminari, bensì ad una fase più avanzata; ma neppure questo è ammissibile, come risulta dal buon accordo dell'ora di Rocca di Papa, relativa all'inizio dei sismogrammi, con quelle dei più sicuri Osservatori italiani, e quella di Gottinga riportate qui appresso:

LOCALITÀ	Distanza dall'epicentro (secondo il Rizzo)	Ora del principio (t. m. E. C.)
Messina	Km. 84	2 ^h . 43 ^m . 17 ^s
Catania	" 174	2. 43. 30
Ischia	" 278	2. 43. 47
Rocca di Papa	" 484	2. 44. 0
Padova	" 811	2. 44. 55
Gottinga	" 1492	2. 46. 22

Se poniamo in relazione i dati di Rocca di Papa, Padova e Gottinga con quelli di Messina, vicinissima all'epicentro, troviamo per le onde sismiche le seguenti velocità superficiali, od apparenti, supposte uniformi:

Combinazione	Rocca di Papa — Messina	Km. 8.14 al secondo
"	Padova — "	" 7.42 "
"	Gottinga — "	" 7.61 "

Questi valori sono certamente abbastanza concordanti, se si pensi ad una non lieve incertezza sulla posizione dell'epicentro (1).

Nei confronti precedenti non ho scelto a caso l'Osservatorio di Gottinga, non soltanto perchè il medesimo è uno dei migliori Osservatori esteri, ma perchè il sismogramma che vi si ottenne dal sismografo astatico « Wiechert » (kg. 1200, periodo = 13^s c., ingrandimento = 200 c., velocità della zona = 60^{cm}, registrazione a nerofumo, smorzamento 5:1) comincia appunto

(1) Il Rizzo trovò valori sensibilmente più alti nel suo studio sulla velocità di propagazione del terremoto calabro del 1905 e cioè rispettivamente: km. 9,0 — km. 8,0 — km. 7,8; ma ciò dipese esclusivamente dal fatto che egli effettuò i calcoli unicamente nell'ipotesi che il tempo all'epicentro fosse 2. 43. 12, valore forse troppo alto.

A suo tempo esporrò i risultati definitivi su la velocità di propagazione della scossa dell'8 settembre 1905, basati sulle analisi da me stesso effettuate sopra i sismogrammi originali di tutto il mondo.

con onde lente minime, ma distinte (periodo di 25^s), cui si veggono sovrapposte altre più rapide (1).

A dir vero, anche in molti altri sismogrammi d'Osservatori italiani ed esteri, si trovano più o meno chiaramente delineate le onde lente in vicinanza più o meno grande del principio della registrazione; ma l'osservazione di Gottinga ha per noi un peso ben più grande, per la notevolissima distanza di questa località dall'epicentro.

4. Questo fatto inaspettato, dell'esistenza cioè di onde lente fin dall'inizio dei telesismogrammi, ha avuto una splendida conferma nell'altra ancor più disastrosa scossa del 28 dicembre 1908.

Infatti, i tracciati dei microsismometrografi di Rocca di Papa (2) furono bruscamente perturbati per l'arrivo di onde lente (gradatamente crescenti in ampiezza e con periodo di 18^s c.), cui erano sovrapposte altre più rapide, ma di periodo pressochè strumentale.

Anche per questa scossa, con epicentro probabile nelle vicinanze di Messina, abbiamo grande accordo tra l'ora di Rocca di Papa e quelle conosciute fino ad ora per i più importanti Osservatori italiani, come si può rilevare dal seguente specchio:

LOCALITÀ	Distanza dall'epicentro supposto a Messina	Ora del principio (t. m. E. C.)
Catania	Km. 85 c.	5 ^h . 20 ^m . 40 ^s (3)
Ischia	" 300 "	5. 21. 15
Rocca di Papa	" 455 "	5. 21. 31 (4)
Padova	" 835 "	5. 22. 23

Se anche qui poniamo in relazione i dati orari di Rocca di Papa e Padova con quelli di Catania, vicinissima all'epicentro, troviamo le seguenti velocità apparenti:

Combinazione Rocca di Papa — Catania Km. 7,26 (5)
 " Padova — " " 7,28

(1) Queste onde lente attirarono l'attenzione dell'Angenheister, il quale ne parlò espressamente nella sua Memoria: *Seismische Registrierungen in Göttingen im Jahre 1905*.

(2) In quest'occasione non funzionava più il microsismografo «Vicentini», smontato fin dal 1906 e sostituito da un microsismometrografo «Agamennone» (kg. 1500, periodo = 2^s,4, ingrandimento = 150 c., velocità della zona = 60^{cm}, registrazione anerofumo).

(3) Si riferisce alle comp.^{ti} orizz.ⁱ del microsismografo «Vicentini» ed è quasi identica a quella ricavata dal grande sismometrografo. L'ora ottenuta dalla comp. vert. del «Vicentini» fu 5. 20. 30.

(4) Veramente, si scorge già a 5. 21. 26 il principio d'una microscopica sinuosità sulla sola comp. NW del microsismometrografo di 500 kg., la sola che corrispondesse quasi all'esatta provenienza della scossa.

(5) Questo valore non può sensibilmente cambiare, anche se si volesse basare il calcolo sopra le altre due ore alquanto più basse (5. 20. 30, 5. 21. 26) sopra riportate rispettivamente per Catania e Rocca di Papa.

le quali quasi coincidono tra loro, sono in buon accordo con quelle sopra trovate per la scossa del 1905 e stanno a confermare il fatto che il principio della registrazione a Rocca di Papa corrisponde all'arrivo delle stesse onde che han cominciato a perturbare gli strumenti degli altri Osservatori.

5. Può essere interessante calcolare anche la velocità delle onde sismiche che determinarono il 1° rinforzo nei sismogrammi di Rocca di Papa. Il calcolo, semplicissimo (1), basato sulla velocità già calcolata, inerente alle onde che arrivarono per prime, e sull'intervallo di tempo (2) che trascorse tra gli arrivi delle due specie di onde, fa concludere ai seguenti valori:

Per la scossa del 1905 velocità di Km. 3,68 (3); ora all'epicentro 2^h.43^m.2^s c.
 " 1908 " 3,46; " 5 20 28 "

La concordanza tra queste due velocità è più che soddisfacente, tenuto conto dell'incerta posizione dell'epicentro, e più di tutto per la difficoltà di determinare l'ora del rinforzo, specialmente per la 1^a scossa. Dal sismogramma di Gottinga, relativo all'8 settembre 1905, vien fuori un valore sensibilmente più alto (km. 4,14), e convien notare che l'ora (2. 49. 6), data per il rinforzo, è nel Bollettino di Gottinga attribuita con incertezza al principio dei così detti *secondi tremiti preliminari*. In cifra tonda possiamo dunque dire che le onde sismiche, che provocarono il 1° rinforzo a Rocca di Papa e Gottinga, avevano una velocità, ridotta già quasi alla metà di quella spettante alle prime onde.

6. Per formarci meglio un'idea delle onde lente che si manifestarono a Rocca di Papa fin dall'inizio dei sismogrammi in entrambe le scosse, con un periodo di c. 18^s e con una velocità da 7 ad 8 km., è interessante calcolarne la lunghezza, la quale risulta di circa 135 km. Si tratta dunque di un'enorme distanza tra cresta e cresta, talchè tre soltanto di siffatte onde quasi già basterebbero per coprire la distanza che intercede tra Rocca di Papa e l'epicentro! Un valore ancor più notevole (km. 190 c.) vien fuori, se si voglia basare il calcolo sopra il periodo di c. 25^s, relativo alle onde lente

(1) Dette V_1 e V_2 le velocità delle due specie d'onde, T_1 e T_2 le ore del loro arrivo, D la distanza della località dall'epicentro, si ha infatti: $V_2 = \frac{D}{T_2 - T_1 + \frac{D}{V_1}}$ e l'ora all'

epicentro $T_1 - \frac{D}{V_1} = T_2 - \frac{D}{V_2}$.

(2) Per la scossa dell'8 settembre 1905 s'ebbe 47^s c. nel microsismometrografo « Agamennone » e 72^s c. nel microsismografo « Vicentini »: in media dunque 60^s c. Per quella del 28 dicembre 1908 s'ebbe concordemente 66^s per entrambi i microsismometrografi « Agamennone ».

(3) Il Rizzo trovò un valore ben più alto (km. 6,6) e da lui riferito alle onde lente, perchè, invece dell'ora comunicatagli (2. 44. 45 c.) per il rinforzo mostratosi nel microsismometrografo « Agamennone », utilizzò l'ora (2. 44. 17), in cui funzionarono i sismoscopi.

visibili nella fase preliminare del sismogramma di Gottinga per la scossa dell'8 settembre 1905. Starebbe forse ciò a dimostrare che siffatte onde si sono rese realmente più lunghe coll'allontanarsi dal centro di scuotimento? Con l'enorme lunghezza di queste onde lente, che per prime hanno perturbato gli strumenti sismici, fa vivo contrasto la piccolezza dell'inclinazione del suolo prodotta dal loro passaggio a Rocca di Papa.

Così, per la scossa del 1905 la 1^a onda lenta, manifestatasi nel microsismometrografo « Agamennone » di 500 kg., produsse un'inclinazione massima nel suolo di c. 0'',8., a cui ne seguirono altre sempre più notevoli finché l'ultima, che precedette il rinforzo, produsse un'inclinazione massima di c. 2'',3. Inclinazioni più pronunciate fornì il microsismografo « Vicentini », poichè per la 1^a onda si ottenne già 1'',7 c., e per quella precedente il rinforzo, c. 5''.

Per la scossa del 1908, senza dubbio più intensa, s'ebbero inclinazioni meno insignificanti. Così, nel microsismometrografo di 1500 kg. la 1^a onda produsse già un'inclinazione massima di 2'' c., e l'ultima, antecedente di poco il rinforzo, di 5'',5 c., mentre nell'altro strumento di 500 kg., l'inclinazione iniziale raggiunse 2'',3 c., e l'ultima, precedente il rinforzo, 6'',9 c.

7. Per formarci un'idea approssimata dell'entità della saetta di siffatte onde — cioè del sollevamento od abbassamento massimo, prodotto alternativamente nel suolo al loro passaggio — prendiamo in considerazione soltanto le inclinazioni avutesi nella scossa più intensa del 1908, come quelle che risultano più concordanti nei due strumenti. Siccome l'inclinazione massima, rivelata dai medesimi, variò da 2'' c. a 2'',3 c. per la 1^a onda lenta, con la quale s'iniziarono i sismogrammi, si otterrà per la sua saetta un valore da 22 a 24^{cm}, supposto il periodo di 18^s e la velocità di km. 7 $\frac{1}{2}$ al secondo ⁽¹⁾.

Le onde successive andarono poco a poco crescendo; e volendo arrestare il calcolo all'ultima onda che precedè il rinforzo, e per la quale s'ebbero inclinazioni da 5'',3 a 6'',9, si otterrà per la medesima una saetta oscillante da 29 a 36^{cm} nell'ipotesi che il periodo sia rimasto ancora di 18^s, ma che la velocità sia già quasi ridotta alla metà, come sopra s'è visto.

Spetta al prof. G. Vicentini il merito d'aver richiamato l'attenzione sopra queste onde lente fin dal 1894, come dirò in una Nota successiva, nella quale mi propongo di esporre alcune considerazioni sul meccanismo di propagazione delle onde sismiche.

(1) La formola adoperata per il calcolo della saetta è $\frac{L}{2\pi} \operatorname{tg} i$, dove L è la lunghezza totale dell'onda ed i l'inclinazione massima del suolo.