

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVIII.

1911

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XX.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1911

Fisica terrestre. — *Il terremoto Laziale del 10 aprile 1911.*
Nota di G. AGAMENNONE, presentata dal Socio E. MILLOSEVICH.

Dopo la scossa di terremoto piuttosto forte (grado IV-V della scala « Mercalli ») avvertita in Roma nel pomeriggio del 31 agosto 1909 e che certamente non ebbe origine nei Colli Laziali, niuna altra scossa era stata sentita nella capitale d'Italia. Ma ecco che la mattina del 10 aprile scorso, verso le 10^h44^m, una sensibile scossa fu avvertita da moltissimi, specialmente ne' piani superiori delle case e ne' quartieri alti. Da notizie da me raccolte e da quelle pubblicate nei giornali cittadini, si può concludere questa volta che la forza del movimento sismico ha variato in Roma dal III al IV grado, secondo i punti della città e le condizioni speciali in cui si trovavano le persone. Per il fatto che da molti si era percepita distintamente la componente verticale del movimento, si pensò subito che l'origine del medesimo non dovesse trovarsi molto lungi dalla Capitale; ed infatti, poco dopo si seppe per telefono e per telegrafo che una forte scossa era avvenuta nei Colli Laziali. Anzi, nei primi momenti, si era esagerato assai sull'importanza della stessa, tanto che si parlava di case crollate in qualche villaggio, ciò che mi indusse a recarmi immediatamente sui luoghi. Ma, fortunatamente, tutto si limitò a danni più o meno lievi; ed io vado a riassumere non solo le notizie che io stesso ebbi a raccogliere nel medesimo giorno ed in altri successivi nei Castelli Romani, ma anche quelle numerose pervenute al R. Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica e poste cortesemente a mia disposizione dal sig. direttore di detto ufficio.

Dappochè la massima intensità (grado VI e forse anche VI-VII) si è avuta in quasi tutti i Castelli Romani, che da Montecompatri per Marino ⁽¹⁾ vanno ad Albano, ed una uguale intensità fu sperimentata a Rocca di Papa e nelle stazioni ferroviarie di Ciampino ⁽²⁾ e di Galleria (sotto Frascati), e di più fu udito un rombo immediatamente prima o contemporaneamente alla scossa, è probabile che l'epicentro della medesima sia stato sul versante NW del Vulcano Laziale. Le località più lontane conosciute, ove il movimento si propagò più o meno affievolito, sono: verso N, *Rieti* (km. 70 c.); verso ENE, *Subiaco* (km. 40 c.); verso E, *Anagni* (km. 45 c.); verso SE, *Pi-perno* (km. 60 c.); verso S, *Anzio* e *Nettuno* (km. 40 c.); verso SW, *Prat-*

⁽¹⁾ Un contadino che stava lavorando in campagna presso Marino assicurò d'aver visto, durante la scossa, saltellare la terra sciolta fino a quasi 10 centimetri di altezza.

⁽²⁾ Dopo la scossa, giunse fangosa per 24 ore l'acqua potabile proveniente dalla stazione superiore *Galleria* più verso Frascati.

tica di Mare (km. 20); verso W, neppure fino al litorale, poichè pervennero notizie negative da *Fiumicino* (km. 30 c.) e da *Palo* (km. 45 c.); verso NW, *Cerveteri* (km. 50 c.), *Bracciano* (km. 50 c.) e *Sutri* (km. 60). L'area scossa presenta dunque la massima lunghezza di km. 120 c. in direzione NW-SE (Sutri-Piperno) ed una larghezza massima di km. 60 c. in senso quasi trasversale (Subiaco-Prattica di M.); sicchè nell'ipotesi di una figura ellittica, si avrebbe una superficie totale di km.² 5700 c..

La minor propagazione verso il NE e l'oriente può essere stata causata dalla presenza dell'enorme massa dell'Appennino, il quale ha assorbito gran parte dell'energia sismica ed ha fatto sì che, nonostante la notevole elasticità delle rocce onde è costituito, il movimento si propagasse troppo affievolito nelle vallate del Salto, del Turano e del Liri, per essere avvertito dai villaggi sparsi lungo le medesime. Ancora una più evidente limitazione si trova in direzione opposta, e può essere spiegata, come in altri casi consimili, con la poca elasticità del terreno quaternario che si estende fino al Tirreno. Ma, a parer mio, queste anomalie nella propagazione sensibile della scossa starebbero a provare, come varie volte ho avuto occasione di esporre, che la profondità dell'ipocentro non ha dovuto essere notevolissima e tale da raggiungere strati assai elastici e capaci di trasmettere, essi stessi, assai lungi le onde sismiche. La profondità del centro di scuotimento fu tuttavia sufficiente per far sì che la scossa fosse sentita con poca diversità sopra un percorso d'una dozzina di chilometri, quanti ne corrono da Montecompatri per Marino ad Albano (1).

La posizione dell'epicentro nel versante NW del Vulcano Laziale si accorderebbe bene con la circostanza che la scossa fu giudicata prima sussultoria e poi ondulatoria, o prevalentemente sussultoria, non solo in tutti i Colli Laziali ed a Ciampino, ma perfino in località distanti una trentina di chilometri dal supposto epicentro. E se in alcune poche meno distanti, per esempio anche in Roma, il movimento fu da alcuni giudicato prettamente ondulatorio, ciò può spiegarsi facilmente col fatto che la prima fase sussultoria poté sfuggire all'osservatore. In molte altre località poi, tutte realmente più distanti, la scossa fu definita addirittura ondulatoria.

La posizione dell'epicentro, sopra supposta, s'accorderebbe anche abbastanza con il modo con cui restarono circoscritte due lievi repliche: l'una intorno a 11^h58^m 1/2 e l'altra verso le 13^h24^m 1/2 dello stesso giorno (2).

(1) Questa notevole lunghezza dell'area *macrosismica* potrebbe far pensare ad una forma assai allungata dell'ipocentro, se tale ipotesi non fosse resa poco probabile dal fatto che la scossa fu sentita presso a poco con la stessa intensità tanto a Rocca di Papa, quasi nel centro del Vulcano Laziale, quanto a Ciampino alla base del medesimo e che dista una diecina di chilometri da Rocca di Papa.

(2) In verità, le repliche furono ben più numerose, ma così tenui, che tranne le due ora accennate e che furono pure registrate a Roma (Coll. Rom.), riuscirono ovunque inos-

La prima fu così insignificante da essere appena avvertita a Rocca Priora, Montecompatri, Grottaferrata, Frascati e Castelgandolfo, e non è ben certo se lo fu a Marino, Ariccia, Genzano e Ciampino; passò però inosservata a Rocca di Papa, Albano, Nemi, Civitalavinia e Velletri. La seconda fu meno lieve e venne segnalata non solo in tutti i villaggi del Vulcano L., ad eccezione delle tre ultime località testè citate, ma anche a Tivoli (km. 25 c.) e forsanco a Roma (km. 18 c.) ⁽¹⁾ ed a Genazzano (km 30 c.) ⁽²⁾.

Ed ora passo ad esporre i principali risultati avutisi in questa occasione tanto dai numerosi strumenti del R. Osservatorio Geodinamico di Rocca di Papa, da me diretto, quanto da un modesto sismografo che funziona in Roma fin dall'agosto 1909, sotto la mia sorveglianza e precisamente nell'atrio del R. Ufficio Centrale di Met. e Geod. al Collegio Romano, al quale appartiene.

A Rocca di Papa, l'ora precisa dell'inizio della perturbazione sismica, avutasi concordemente non solo dai microsismografi, ma anche dagli svariati sismoscopi più sensibili, è $10^h43^m39^s$, mentre a Roma l'inizio del sismogramma corrisponde esattamente a $10^h43^m41^s$. Nessun dubbio quindi che l'epicentro deve essere stato più vicino a Rocca di Papa che a Roma, ciò che viene a confermare le conclusioni a cui già siamo giunti per altra via.

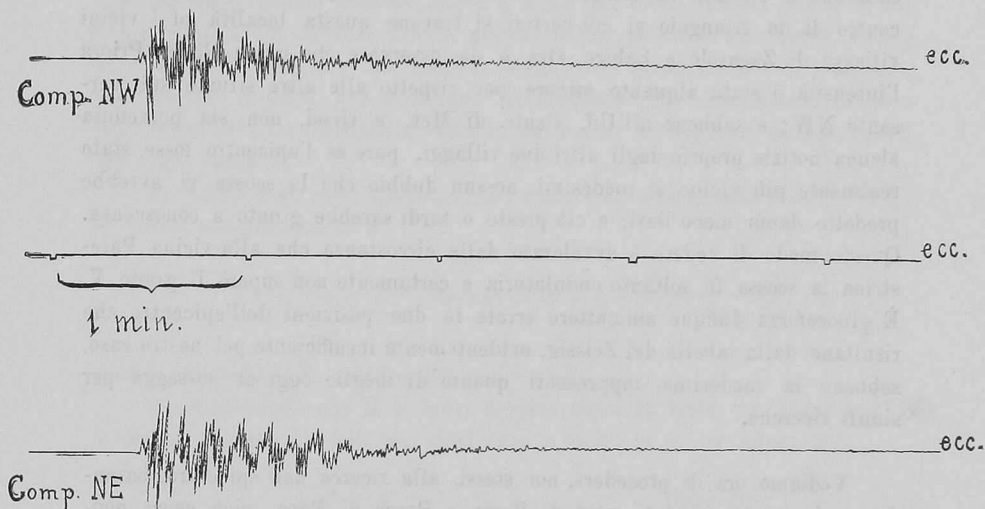
Circostanza importante è stata quella che nei sismogrammi di Rocca di Papa s'è avuto un subitaneo e fortissimo rinforzo circa un secondo dopo, cioè a $10^h43^m40^s$, tanto che gli stili dei microsismografi, a questo istante, vennero sbalzati via dalla violenza del movimento. A Roma, il rinforzo è avvenuto soltanto tre secondi dopo l'inizio della registrazione, cioè a $10^h43^m44^s$; ma quivi, sia per la minore sensibilità dello strumento, sia per la maggiore lontananza dall'epicentro, gli stili non sono caduti ed hanno seguitato benissimo a tracciare le successive onde sismiche, come si può giudicare dall'annesso

servate. Queste ultime, una ventina, si protrassero fin verso le 23^h dello stesso giorno, e poterono essere registrate a Rocca di Papa, grazie ad un potente microsismografo con massa pendolare di kg. 1500 e dotato di un ingrandimento di più che 300 volte e perciò decuplo di quello esistente nel modesto sismografo di Roma.

⁽¹⁾ Alle 12^h20^m , secondo il *Giornale d'Italia*, e verso le $12^h\frac{1}{2}$ secondo *La Tribuna*, i detenuti di « Regina Coeli » tumultuarono una seconda volta per una nuova scossa da essi sentita. Non è improbabile che si tratti, invece, della replica delle $13^h24^m\frac{1}{2}$.

⁽²⁾ Il relatore dice che si ebbe una replica mezz'ora dopo la scossa delle $10^h\frac{3}{4}$, cioè dunque intorno alle $11^h\frac{1}{4}$. Poichè di questa replica non si fa menzione in alcuna altra località, non è impossibile che si tratti della scossa delle $11^h58^m\frac{1}{2}$ e più probabilmente dell'altra meno lieve delle $13^h24^m\frac{1}{2}$, a meno che non siasi in presenza di una scossa affatto locale per Genazzano.

fac-simile del sismogramma (¹). Se supponiamo, come è probabilissimo, che il brusco rinforzo sia dovuto all'arrivo d'altra specie d'onde meno veloci, che costituiscono la così detta seconda fase dei tremiti preliminari, anche la differenza di un paio di secondi nella durata della prima fase a Rocca di Papa ed a Roma sta a provarci, una volta di più, che l'epicentro deve trovarsi più vicino alla prima che non alla seconda località.



Se ci basiamo sulla recentissima tabella del dott. C. Zeissig (²), direttore della stazione sismica di Jugenheim, presso Darmstadt, la quale fornisce a colpo d'occhio la distanza dell'epicentro da una data località in funzione appunto della durata della prima fase dei tremiti preliminari ivi registrati, troviamo per Rocca di Papa una distanza dall'epicentro di 10 km. in corrispondenza del ritardo di 1^s, e per Roma di ben 30 km. in corrispondenza del ritardo di 3^s. Poichè il sismografo di Roma dista dall'Osservatorio di Rocca di Papa per circa 24 km., evidentemente non si può ammettere, in base alle due predette distanze, che l'epicentro cada tra le due località. Quindi non resterebbe ad ammettere che l'epicentro cadesse a destra o a sinistra della retta congiungente le medesime e precisamente in uno dei due

(¹) Il sismografo è a pendoli orizzontali, con massa di kg. 50 e dotati di un periodo oscillatorio proprio di c. 8^s₁/₂. L'ingrandimento è di 30 a 1.

(²) *Differenz der Laufzeiten für die beiden Vorläuferwellen eines Erdbebens* nach den von E. Wiechert und K. Zoeppritz berechneten und vom Geophysikalischen Institute Göttingen als Tabelle herausgegebenen Laufzeiten, zusammengestellt, ausgeglichen und graphisch interpolirt von C. Zeissig-Jugenheim. Von der K. Russ. Acad. d. Wiss. in St.-Petersburg auf Antrag des Fürsten B. Galitzin herausgegeben.

punti d'intersezione dei due cerchi: l'uno con centro in Rocca di Papa e con raggio di 10 km., l'altro con centro in Roma e con raggio di 30 km. Orbene, uno dei punti cadrebbe presso Civitalavina, dove la scossa fu giudicata prevalentemente ondulatoria e d'una intensità tutto al più del grado V, e ad una notevole distanza da Ciampino e dal gruppo di tutti gli altri Castelli Romani, in cui l'energia sismica fu ben maggiore. L'altro punto cadrebbe a 4-5 km. ad oriente di Rocca Priora, e precisamente quasi nel centro di un triangolo ai cui vertici si trovano questa località ed i vicini villaggi di Zagarolo e Labico. Ora è da osservare che già a Rocca Priora l'intensità è stata alquanto minore per rispetto alle altre situate sul versante NW; e sebbene all'Uff. Centr. di Met. e Geod. non sia pervenuta alcuna notizia proprio dagli altri due villaggi, pure se l'epicentro fosse stato realmente più vicino ai medesimi, nessun dubbio che la scossa vi avrebbe prodotto danni meno lievi, e ciò presto o tardi sarebbe giunto a conoscenza. Questo modo di vedere è avvalorato dalla circostanza che alla vicina Palestrina la scossa fu soltanto ondulatoria e certamente non superò il grado V. È giuocoforza dunque ammettere errate le due posizioni dell'epicentro che risultano dalla tabella del Zeissig, evidentemente insufficiente pel nostro caso, sebbene la medesima rappresenti quanto di meglio oggi si possedeva per simili ricerche.

Vediamo ora di procedere, noi stessi, alla ricerca dell'epicentro, basandoci unicamente sui dati orari di Roma e Rocca di Papa, cioè senza neppure conoscere la velocità superficiale di propagazione delle due specie di onde che hanno prodotto l'inizio ed il brusco rinforzo nelle registrazioni sismiche.

Prendiamo per origine del sistema di coordinate cartesiane ortogonali proprio una delle due località (A), per es. la più lontana dell'epicentro E, e per asse delle ascisse la retta che la unisce all'altra località B; poniamo $AB = d$; indichiamo con t_A e t_B i tempi impiegati dalle onde di maggiore velocità (V_1) e con θ_A e θ_B quelli occorsi alle onde di minor velocità (V_2) per percorrere rispettivamente le distanze AE e BE. Evidentemente si avrà:

$$\left. \begin{aligned} \sqrt{x^2 + y^2} &= V_1 t_A \\ \sqrt{x^2 + y^2} &= V_2 \theta_A \end{aligned} \right\} (\alpha) \quad , \quad \left. \begin{aligned} \sqrt{(d-x)^2 + y^2} &= V_1 t_B \\ \sqrt{(d-x)^2 + y^2} &= V_2 \theta_B \end{aligned} \right\} (\beta)$$

$$\frac{\theta_A - t_A}{\theta_B - t_B} = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{(d-x)^2 + y^2}} \quad \left\} (\gamma)$$

Questa equazione rappresenta una curva del 2° grado la quale costituisce il luogo geometrico di tutti i punti che, considerati quali epicentro, soddisfano alle condizioni date. Ma per il fatto che il 1° membro è una quan-

tà costante K , ed il 2° indica il rapporto tra le distanze dell'epicentro dalle due località, si vede subito che quella curva deve essere una circonferenza (1).

Sebbene nel nostro caso i tempi $t_A, t_B, \theta_A, \theta_B$ siano affatto sconosciuti (e per conoscerli sarebbe necessaria l'ora all'epicentro), pure le differenze $\theta_A - t_A$ e $\theta_B - t_B$ sono perfettamente note. Con tutto ciò, il problema è indeterminato, poichè esistono, come è stato già detto, infiniti punti, in cui originandosi i due sistemi d'onde, queste ultime potrebbero giungere, dotate di velocità diverse, alle due località sempre alle stesse ore (2). Il problema, per due sole località, non è dunque determinato. Per determinarlo occorre aggiungere un'altra condizione, come si può vedere dai seguenti esempi, scelti tra i più semplici:

1) Nell'ipotesi che l'epicentro cada sulla AB , cioè quando $y = 0$, la (γ) si riduce semplicemente a

$$\frac{\theta_A - t_A}{\theta_B - t_B} = \frac{x}{d - x} \quad \text{da cui } x = d \frac{\theta_A - t_A}{\theta_A - t_A + \theta_B - t_B},$$

cioè la distanza AE , mentre $BE = d - AE$.

2) Supponendo che E si trovi proprio sopra la retta che passi per B e risulti normale ad AB , nel qual caso $x = d$, la (γ) si riduce a

$$\frac{\theta_A - t_A}{\theta_B - t_B} = \frac{\sqrt{d^2 + y^2}}{y} \quad \text{da cui } y = d \frac{\theta_B - t_B}{\sqrt{(\theta_A - t_A)^2 - (\theta_B - t_B)^2}}$$

e così si conosce la distanza AB , e quindi facilmente l'altra distanza $AE = \sqrt{d^2 + AB^2}$.

(1) È appunto il teorema dovuto ad Apollonio e che suona così: Tutti i punti, la cui distanza da due punti hanno un dato rapporto, giacciono sulla circonferenza che divide ad angolo retto il segmento dei due punti dati internamente ed esternamente nel dato rapporto.

Nell'ipotesi fatta di $AE > BE$ sarà $K > 1$, e col variare di K si avrà un fascio di siffatte circonferenze che racchiuderanno tutte il punto B . Nell'ipotesi opposta, sarà $K < 1$ e si avrà un altro fascio di circonferenze che racchiuderanno, invece, il punto A . Nell'un caso e nell'altro il raggio delle circonferenze andrà crescendo man mano che K si avvicina all'unità, e nel caso limite di $K = 1$, il luogo geometrico diventa la retta che biseca ad angolo retto il segmento AB . L'equazione (γ) si riduce, infatti, a $x = \frac{d}{2}$ che rappresenta la retta anzidetta, dai cui punti, considerati quali epicentro, partendo le onde sismiche, arriverebbero nello stesso tempo alle due località.

(2) È da riflettere che il problema risulterebbe sempre determinato, quando si avessero i dati orari di tre località anzichè di due soltanto, poichè in tal caso, combinando due a due le tre località, si avrebbero tre circonferenze le quali debbono necessariamente avere un punto in comune, l'epicentro cercato.

3) Se si suppone che l'epicentro si trovi anche sulla circonferenza che ha per diametro AB, e la cui equazione è $xd = x^2 + y^2$, allora l'epicentro costituisce il vertice dell'angolo retto nel triangolo ABE e si trova:

$$\frac{\theta_A - t_A}{\theta_B - t_B} = \frac{\sqrt{xd}}{\sqrt{d^2 - xd}}, \text{ da cui } x = d \frac{(\theta_A - t_A)^2}{(\theta_A - t_A)^2 + (\theta_B - t_B)^2},$$

cioè la proiezione di AE sulla AB, conosciuta la quale, ed essendo noto il rapporto K, si trova subito $y = (d - x)K$ e quindi ambo le distanze AE e BE.

Poichè nel caso nostro la distanza (d) del Collegio Romano dall'Osservatorio di Rocca di Papa è di c. 24^{km}, $\theta_A - t_A = 3^s$ (Roma), $\theta_B - t_B = 1^s$ (Rocca di Papa), nel 1° esempio si avrà AE = 18^{km}, BE = 6^{km} nell'ipotesi che E cada tra A e B, e AE = 36^{km} e BE = 12^{km} nell'ipotesi che E cada fuori di AB dalla parte di B; nel 2° esempio, si avrà AE = 25^{km},455 c. e BE = 8^{km},485 c.; nel 3° esempio AE = 22^{km},768 c. e BE = 7^{km},589 c. In tutti questi esempi K = 3.

Ora, di questi casi contemplati, è precisamente il 1° quello che si accorda abbastanza bene coll'ipotesi dell'epicentro al NW del Vulcano Laziale, nel qual caso appunto Roma, l'epicentro e Rocca di Papa vengono a trovarsi prossimamente in linea retta. E poichè, dai nostri calcoli, l'epicentro verrebbe a cadere a 6^{km} da Rocca di Papa verso Roma, il medesimo rimarrebbe a ponente di Marino e Grottaferrata e circa a metà strada tra queste due località e la stazione ferroviaria di Ciampino.

Rimando ad un'altra Nota il calcolo della velocità di propagazione delle due specie d'onde sismiche.

Chimica. — *Sopra alcuni derivati dell'ossidrochinone* (1). Nota IV di G. BARGELLINI e ERMANNO MARTEGIANI, presentata dal Socio E. PATERNÒ.

In una Nota precedente di uno di noi (2) furono descritti il metodo di preparazione e le proprietà del 2-4-5-trimetossi-propiofenone e di alcuni suoi derivati (ossima e semicarbazone).

Avendo avuto occasione di preparare di nuovo questo composto, noi studiammo il prodotto secondario della reazione, solubile negli alcali, che sempre si forma quando l'ossidrochinon-trimetiletere reagisce col cloruro di propionile in presenza di cloruro di alluminio sublimato. Questo prodotto è un etere dimetilico corrispondente al trimetossi-propiofenone descritto e, ammessa

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto chimico della R. Università di Roma.

(2) Bargellini, Atti R. Acc. Lincei, (5) 20, (1) 22, (1911).