

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCII

1895

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME IV.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1895

« Nel *Processo verbale* ecc. già più volte citato si trova ancora (pag. 22):

Azimut di Mezzogregorio	{ geodetico	$\alpha_g = 337^{\circ}.03'.44''.608$
sull'orizzonte di Pachino	{ astronomico	$\alpha_a = 52. 10$

$$\alpha_g - \alpha_a = - 7''.49$$

Per la Specola si è trovato $\alpha_g - \alpha_a = + 5. 34$

e si ottiene quindi per la *deviazione in azimut* fra la Specola e Pachino

$$\alpha_g - \alpha_a = 12''.83 .$$

« Sostituendo questi due valori nella equazione di Laplace si trova

$$\alpha_g - \alpha_a - (\theta_g - \theta_a) \operatorname{sen} \varphi_a = 1''.08 ,$$

residuo soddisfacente, che costituisce una prova della bontà delle operazioni astronomiche e geodetiche ».

Fisica. — *Sulle aree d'isteresi elastica.* Nota di M. CANTONE, presentata dal Socio BLASERNA.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica terrestre. — *Sulla durata delle registrazioni sismiche.* Nota di E. ODDONE, presentata dal Socio TACCHINI.

« Considerando i diagrammi avuti nell'ultimo biennio dai migliori sismometrografi italiani, col preconcepto che i terremoti sono fenomeni quasi istantanei, si rimane colpiti dapprima della loro durata, poi della variabilità di questa durata. In uno stesso apparecchio gli uni avvengono in meno di un minuto primo, gli altri a svolgersi richiedono delle ore.

« Ho voluto ricercare i fattori che influiscono sulla durata del movimento, e mi sembrò che uno fosse la distanza dall'origine di scuotimento. Per accertarmene, ho preso in esame i dati dei sismometrografi più sensibili e per pormi al riparo dalle irregolarità dovute alla varia sensibilità degli apparecchi, comparai le durate ottenute in una stessa stazione e dallo stesso apparato in occasione di terremoti diversi, colle distanze della stazione agli epicentri probabili, contate sul cerchio massimo. In complesso sono tre confronti quelli che presento, l'uno indipendente dall'altro, e che riguardano le stazioni di Rocca di Papa, Roma e Siena (1).

« La seguente tabella presenta nelle prime tre colonne la data, la località e l'intensità dei terremoti più notevoli del biennio 1893-94, nella

(1) Gli strumenti registratori erano: A Rocca di Papa un sismometrografo di 7 m. di lunghezza, 100 kg. di massa ed ingrandimento da 1 a 10 cominciato a funzionare nell'agosto 1893. — A Roma un sismometrografo di 6 m. di lunghezza, 75 kg. di massa ed ingrandimento da 1 a 10 cominciato a funzionare nel febbraio 1893. — A Siena un sismometrografo di 6 m. di lunghezza, 50 kg. di massa ed ingrandimento da 1 a 75 cominciato a funzionare nel marzo 1894.

quarta e quinta colonna un primo confronto tra le distanze dall'epicentro e le durate di movimento alla stazione di Rocca di Papa, nella quarta e sesta colonna un secondo confronto, indipendente dal primo, tra le stesse variabili per la stazione di Roma, finalmente nella quarta ed ultima colonna il terzo confronto per la stazione di Siena.

Data	Località	Intensità	Distanze dall'Epicentro in Km.	Durata del movimento a		
				Rocca di Papa	Roma	Siena
15 Ag. 94	Colli Laziali	debole	0	10"	70"	nulla
			25			
			220			
7 Ott. 94	idem	sensibile	0	6"	75"	nulla
			25			
			220			
29 Ott. 94	Colli di Tivoli	idem	25	nulla	60"	nulla
			200			
			40			
14 Lugl. 94	Volterra (Pomarance). . .	forte	220 circa	nulla	nulla	150"
			40			
20 Mag. 94	Castel fiorentino (Siena). .	fortissimo	40	nulla	nulla	130"
			240 circa			
2 Ag. 93	Abruzzi.	forte	70	nulla	180"	
			345 circa			
28 Mag. 94	Basilicata	fortissimo	550	90"	360"	300"
			425			
11 Mag. 93	Palermo	forte	455	360"	360"(?)	
			480			
16 Nov. 94	Calabria e Sicilia.	disastroso	675	660"	600"	
			755			
			755			
14 Giug. 93	Epiro (Grecia).	rovinoso	850	480"	420"	
			850			
3 Lugl. 93	idem	forte	850	160"	240"	
			850			
17 Apr. 93	Zante.	disastroso	850	240"	240"	
			850			
31 Genn. 93	idem	idem	850	240"	240"	
			850			
1 Febbr. 93	idem	rovinoso	850	240"	240"	
			850			
4 Ag. 93	idem	forte	850	240"	240"	
			825			
8 Apr. 93	Belgrado Ungheria.	rovinoso	1300 circa	traccie	960"	600"
			1300 circa			
20 Apr. 94	Locride (Grecia).	idem	1300 circa	900"	1080"	600"
			1300 circa			
27 Apr. 94	idem	idem	1400 circa	900"	1860"	2280"
			1400 circa			
10 Lugl. 94	Costantinopoli.	disastroso	1400 circa	900"	1200"	
			1400 circa			
9 Febbr. 93	Samotracia.	rovinoso	2500 circa	900"	900"	
			5000 circa			
2-3 Marzo 93	Aleppo	fortissimo	9330 circa	420"	1260"	
			4380"			
5 Nov. 93	Turkestan	idem	4380"	4800"	3600"	
			11170 circa			
22 Marzo 94	Giappone.	disastroso	1800"	2100"	3600"	
			1800"			
27 Ott. 94	Rioia (Rep. Argentina). . .	idem	1800"	2100"	3600"	
			1800"			

« Dal quadro soprascritto, anche a dispetto di talune forti irregolarità, risulta che nelle tre stazioni considerate *la durata del movimento crebbe col crescere della distanza dall'epicentro*. Le forti irregolarità sembrano specialmente dovute alla diversa natura dei terreni ed al fatto che le onde, sotto una data ampiezza, sfuggono agli apparati e moncano la registrazione. Non è infatti improbabile che le durate traggano origine dalle differenti velocità delle componenti, velocità che a loro volta variano nei vari strati; ed è poi naturale che in pratica le durate siano influenzate dall'intensità delle scosse. L'energia delle onde sismiche diminuendo almeno in ragione del quadrato dei raggi, esisterà una distanza alla quale una parte delle onde sfuggirà ai registratori ed un'altra distanza alla quale nessuna eserciterà più influenza sensibile su di essi. Le onde dei terremoti romani non giunsero all'apparecchio di Siena e reciprocamente i terremoti toscani non arrivarono agli apparecchi di Roma e Rocca di Papa. Io ascrivo a queste cause le eccezionalmente piccole durate delle registrazioni a Roma in occasione dei terremoti di Zante, dell'Epiro, di Samotraccia e di Aleppo e quelle a Rocca di Papa nei terremoti del Turkestan e di Grecia il 20 aprile. Abbiamo ancora che se per qualsiasi ragione le ampiezze decrescono, le registrazioni dovranno riuscire di minor durata. Ad esempio si sa che le ampiezze sono minori nei terreni più elastici, dunque ivi le durate dovrebbero essere minori. È quel che si verifica. A parità di sensibilità degli apparecchi, nella stazione di Rocca di Papa sulla roccia sperone, le durate sono minori di quelle nel sottosuolo meno elastico di Roma.

« Ai futuri diagrammi, ottenuti con strumenti comparabili, in svariati osservatori e passati al vaglio di ulteriori studi, il dire se l'enunciato di cui sopra è legge, e quali altre forze o fattori entrano in giuoco.

« Le lunghe durate a distanza, limitate dalla sensibilità degli apparecchi, suggeriscono alcune considerazioni sulla velocità di propagazione.

« Esse spiegano in parte le discrepanze occorse nei dati orari di osservatori vicini e le divergenze nei valori della velocità di propagazione risultate fin'ora. Alle stazioni lontane, prima dei moderni diagrammi, gli strumenti segnavano solo una fase fugacissima, uno di quei massimi che ora sappiamo possono benissimo distare dal massimo principale per parecchi primi e dal vero inizio del movimento per delle mezz'ore. Ecco come in osservatori vicini o nello stesso osservatorio per diversi apparati, si potevano avere dati diversi e quindi come malgrado la bontà dei procedimenti di calcolo e la copia delle stazioni, i valori della velocità potevano oscillare tra meno di 2 e più di 5 km. al secondo.

« I nuovi diagrammi, colle loro grandi durate, accennando ad onde di velocità varia, che percorrono spazi eterogenei, diversamente lunghi, hanno allargato il problema.

« Tolte le incertezze di cui sopra, la velocità di propagazione, in base

alla fase massima, ha potuto tendere vieppiù ad un valore costante (circa 2,5 km. al secondo): senonchè per il carattere delle oscillazioni in questa fase si è indotti a credere che il movimento non sia dovuto a semplici onde propagantisi in un solido indefinito, per quanto incompatto; ma piuttosto abbia origine da onde di natura diversa, forse superficiali e fors'anche dipendenti dalla forza di gravità.

• Sembra allora naturale che la *velocità principale* sia quella dell'onda che prima giunge alla stazione lontana, come quella che avrà percorso la strada più breve e gli strati più elastici, e che i movimenti seguenti appartengano a quelle onde che percorsero strade via via più lunghe, attraverso terreni via via meno elastici o che per istrada mutarono la loro stessa natura perchè assoggettate ad altre forze.

• Si hanno pochissimi dati di queste velocità principali e quei pochi non mi sembrano franchi da obiezioni. Ad esempio, valendosi dei diagrammi ottenuti col sismometrografo di Roma e coi pendoli orizzontali di Nicolajew e Strassburg, il dott. Agamennone ⁽¹⁾ calcolò la velocità di propagazione delle onde dei terremoti di Zante, l'anno 1893. ed in base alla fase iniziale, trovò il valore di 3,3 km. accennando però alla probabilità d'un aumento. Più recentemente, colle ore iniziali ottenute nei magnetografi di Lisbona, Parigi, Greenwich, Wilhelmshaven e colle ore pendolari di Cadice, in occasione della grande scossa di terremoto dell'Andalusia il 25 Dicembre 1884 ⁽²⁾, ricavò la velocità principale in km. 3,1 cioè quasi identica alla prima. Questa coincidenza non m'impedisce di ritenere questi valori troppo piccoli. Infatti chi considera la durata di movimento nelle stazioni sunnominate, ricordando la relazione, precipuo oggetto della mia nota, non tarderà a convenire che in generale le durate furono inferiori a quelle che competevo loro per la distanza dall'epicentro, e che quindi gli istanti creduti inizi corrispondevano ad una fase inoltrata del movimento. Della prima serie, il solo terremoto del 20 marzo, del terremoto andaluso, la sola stazione di Lisbona, hanno presentati diagrammi di durata sufficiente da inferire che probabilmente l'inizio della registrazione coincide col principio del movimento. Questi dati restanti sono troppo poca cosa per poter sussidiare col calcolo le mie vedute; per altro è degno di nota che ambedue gli esempi s'accordano per rialzare notevolmente le velocità principali.

• Qui torna opportuno ricordare che gli autori della classica monografia sul terremoto di Charleston del 1886, trovarono per la velocità di propagazione in base al principio dei movimenti sensibili alle persone, che è quanto dire in base alle prime fasi massime dei nuovi diagrammi ⁽³⁾, il valore medio di

⁽¹⁾ Rend. della R. Accad. dei Lincei, Serie 5^a, Vol. II, 2^o sem., 1893, pag. 393 e Vol. III, 1^o sem., 1894 p. 383.

⁽²⁾ Rend. della R. Accad. dei Lincei, Serie 5^a, Vol. III, 2^o sem., 1894, pag. 317.

⁽³⁾ A rigore non è ancora noto come si comportano le registrazioni in rapporto alle sensazioni.

5,2 km. La considerazione della fase iniziale avrebbe dunque condotto a valori superiori. È anche noto che la scossa perturbò per breve tempo gli strumenti magnetici di Toronto a 1180 km. dall'epicentro, e che in base al principio di questa registrazione la velocità risultò anch'essa di 5 km. La perturbazione, ed è cosa solita nei magnetografi, avvenne con ogni probabilità ad una fase avanzata del movimento, e velocità maggiori di 5 km. si avrebbero avute tenendo conto dei primissimi tremiti.

« In molti dei grandi terremoti avvenuti nel biennio, la velocità, calcolata in base agli istanti iniziali sui migliori apparati italiani, mi risultò variabile e superiore ai 5 km. Essendomi arrivati i dati orari americani, in occasione del disastro dell'Argentina il 27 ottobre 1894, da nessuno ch'io sappia ancora pubblicati in Europa (1), li fò di pubblica ragione valendomi a prova della maggior velocità di propagazione principale. Secondo la relazione ufficiale americana degli ingegneri A. Cantoni ed L. Caputo, firmata dalla Direzione delle Miniere, l'epicentro di questo terremoto, che distrusse le due città di Rioja e S. Juan, sta a 30° di lat. Sud ed a 67° di long. W. da Parigi. L'ora del disastro fu le 21 - 48' t. m. E. C. — Però la città di Rioja avendo dato le 21 - 41' - 48" io riterrò quest'ora, che evidentemente riduce ad un minimo le velocità calcolate. In Europa le ondulazioni furono segnate nelle seguenti stazioni con dati orari del movimento iniziale variabilissimi, che io riproduco, ordinati per tempo crescente e coll'indicazione dell'apparecchio registratore, a conferma delle opinioni svolte nelle precedenti pagine.

Stazioni	Apparati indicatori	Ore del movimento iniziale	Ore della fase massima
Roma	Sism. ^{fo} L = 16 m. M = 200 kg. Ingr. 10	22 8'	22 56'
Charkow	Pendolo orizzontale	" 9'	23 10'
Nicolayew	Pendolo orizzontale	" 12'	23 5'
Siena	Sism. ^{fo} L = 6 m. M = 50 kg. Ingr. 75	" 12'	22 56'
Ischia	Simoscopio e pendoli orizzontali	" 33'	23 8'
Utrecht	Magnetografi	" 45'	22 56'
Pavia	Sism. ^{fo} L = 4,5 m. M = 40 kg. Ingr. 10	" 46'	22 55'
Rocca di Papa	Sism. ^{fo} L = 7 m. M = 100 kg. Ingr. 10	" 49'	22 51'
Wilhelmshaven	Magnetografi	" 56'	23 3'

(1) Nell'intervallo tra la consegna del manoscritto e la correzione delle bozze, uscirono sul terremoto argentino le seguenti due Note: C. Davison, *The velocity of the Argentine Earthquake Pulsations, of October 27, 1894*. Nature, Vol. 51, pag. 462. — A. F. Noguès, *Tremblement de terre chilo-argentin du 27 Octobre*. C. R., tome CXX, p. 167. Consultare anche le: *Europäische Beobachtungen des grossen japanischen Erdbebens vom 22 März 1894, und des venezolanischen Erdbebens von 28 April 1894 nebst Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit dieser Erdbeben*, del Dr. E. v. Rebeur Paschwitz nelle Petermann's Mittheilungen. Marzo 1895. pag. 13

« Le differenze di tempo tra l'ora epicentrale e quelle iniziali di Roma e Charkow sono rispettivamente di 1572 e 1632", gli spazi calcolati sul cerchio massimo sono rispettivamente di 11,200 e 12,700 km.: risultano dunque le due velocità di 7,1 e 7,8 km. al secondo. Se invece dell'arco, per lo spazio percorso si tiene la corda, le velocità diventano di poco inferiori e precisamente di 6,4 e 7,0 km.

« Ho inoltrato questi dati non credendo dover ritenere definitiva la velocità di 3 km. circa risultante dalle note suaccennate; ma siccome velocità superiori ai 5 km. non si sono sperimentate mai in nessun solido, essi non vanno ancora ritenuti per valori assoluti. Quando nelle aree epicentrali vediamo mancare ogni distribuzione geometrica oraria, quando cioè abbiamo per ogni punto una scossa brevissima, ma i dati orari sono saltuariamente diversi da punto a punto; quando ancora non abbiamo nessun diagramma di sismografi buoni per le medesime aree in occasione di fortissimi terremoti, cosicchè ignoriamo se i tremoti che occasionano le prime registrazioni lontane irradiano prima od al momento della scossa; e quando finalmente, nulla sappiamo del meccanismo dei terremoti e del mezzo che percorrono le onde, le velocità trovate possono risultare solo apparenti.

« Vengo alle seguenti conclusioni:

« La durata di movimento cresce col crescere della distanza dall'epicentro.

« I vari massimi che s'osservano nei nuovi diagrammi, in parte spiegano le discrepanze avute nei dati orari e quindi nei valori delle velocità di propagazione.

« La velocità in base alla fase massima è pressochè costante a circa 2,5 km. al secondo; ma sembra non corrispondere alla solita propagazione longitudinale delle onde.

« La velocità in base alla fase iniziale ha valori apparenti variabili, in generale notevolmente più alti di quelli attribuiti fin'ora.

« I dati iniziali dei magnetografi non coincidono coll' inizio del movimento, e di conseguenza al pari della falange di dati dei sismoscopi e sismografi poco sensibili, vanno scartati nel calcolo della velocità principale.

« In attesa che cresca il numero degli apparati comparabili e sensibili, credo che i confronti sulle durate di movimento potranno giovare a decidere se il principio d'un diagramma corrisponde al vero inizio del movimento, oppure ad una fase inoltrata del medesimo.

« Dell'importanza geologica dei fenomeni sismici in un dato centro, sembrami si possa giudicare meglio dal confronto delle durate di movimento in varie stazioni, su apparecchi comparabili, che non dalla gravità dei danni, i quali ormai sappiamo sono sempre relativi alla stabilità del terreno superficiale, alla solidità di costruzione, alla densità degli abitati ecc. ».