ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCI.

1894

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME III.

2° SEMESTRE

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1894

Fisica terrestre. — *Sulle due velocità di propagazione del terremoto di Costantinopoli del 10 luglio 1894.* Nota del dott. A. Cancani, presentata dal Socio Tacchini.

« Nel volume XV (1893) degli *Annali dell'Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica* fu pubblicata una mia Memoria *Sulle ondulazioni provenienti da centri sismici lontani*, le cui principali conclusioni erano le seguenti: 1° si debbono distinguere due specie di movimenti ondulatori emananti nel medesimo istante da un centro sismico; 2° le onde di una specie (che chiamo trasversali e che sono paragonabili a quelle della superficie del mare) (1) si propagano con una velocità di chilometri 2,2 a 2,5 a secondo, le onde dell'altra specie (che chiamo longitudinali e che sono paragonabili a quelle del suono nell'aria), si propagano con una velocità presso a poco doppia.

« Dall'epoca della pubblicazione di quella Memoria fino ad oggi, parecchi sismologi hanno pubblicato degli studî sulle velocità di propagazione delle onde sismiche, ma o che essi non siano venuti a cognizione del lavoro mio sopra citato, o che, per qualunque ragione, non abbiano accettato le mie idee, non hanno tenuto conto della distinzione da me accennata. Soltanto il Grablovitz nella sua importante nota *Sulle indicazioni strumentali del terremoto giapponese del 12 marzo 1894* (2) ammette non solo le due differenti

(1) Le onde della superficie del mare sono chiamate generalmente trasversali. Vi è chi non ammette in tale caso questa locuzione perchè una particella d'acqua nel suo movimento non segue costantemente la normale alla direzione della propagazione, come avviene precisamente in una corda tesa, che venga scossa ad una estremità con un urto normale alla sua direzione. Io ho portato il paragone del movimento superficiale del mare, non perchè quel movimento sia in tutto e per tutto identico a quello della superficie terrestre, ma perchè meglio d'ogni altro si presta a dare un'idea del fenomeno.

(2) Rend. della R. Acc. dei Lincei, vol. III, 2° sem. serie 5ª, fasc. 2°. Colgo questa occasione per rettificare un errore in cui, per inesatte informazioni ricevute, incorsi nel l'ultima mia Nota inserita in questi Rendiconti (seduta del 2 giugno 1894) in cui parlando di quel terremoto giapponese dissi che la scossa ebbe luogo a Tokio alle $7^h 27^m 49^s$ pom. t. m. di Tokio. Quest'ora deve riferirsi invece al 135° meridiano E da Greenwich e corrisponde alle $11^h 27^m 49^s$ t. m. E. C. Dal mio calcolo risultava che l'ora della scossa doveva essersi intesa nel Giappone alle $11^h 8^m$ t. m. E. C. Cadrebbe dunque l'accordo fra le deduzioni da me ricavate dal diagramma inserito nella Nota predetta ed il risultato dell'osservazione. Se non che per l'istesso mezzo con cui seppi che l'ora andava riferita al 135° meridiano E da Greenwich, seppi anche che appunto 20 minuti prima vi fu un'altra scossa nel Giappone, sebbene meno intensa. Io ritengo come cosa molto probabile che i due gruppi di piccole ondulazioni che si trovano nel diagramma suaccennato siano in relazione con quelle due scosse. La difficoltà che s'incontra nello assumere notizie sicure ed esatte da luoghi così lontani costituisce un immenso ostacolo nel nostro ordine di studî.

specie di movimenti ondulatorî, ma le cifre stesse per le due velocità da me sopra citate, ed il Milne in un breve articolo (1), in cui accenna al mio lavoro suddetto e non si mostra contrario alle mie idee, così esprime la sua opinione « I therefore imagine that the velocities of 2 or 3 kiloms. per second « refer to the propagation of a motion not unlike the swell upon an ocean ».

« Scopo della presente Nota, è di far vedere come i metodi d'osservazione perfezionati ed il progresso degli studî siano venuti a confermare sempre meglio le idee da me espresse nella Memoria citata. E per dimostrare ciò, mi varrò di un terremoto per il quale si sono potuti raccogliere numerosi dati da molti osservatorî di prim'ordine italiani ed esteri.

« Il 10 luglio scorso un fortissimo terremoto ebbe il suo epicentro nelle vicinanze di Costantinopoli. Molti apparecchi destinati a scopi differenti e situati a grandissime distanze registrarono le ondulazioni del terreno e fornirono dati orarî in gran parte eccellenti,

« Il Davison, raccolti molti di questi dati orarî, ha fatto uno studio interessante sulla velocità di propagazione delle onde sismiche (2). Egli dispone di tre dati orarî relativi a Costantinopoli, e cioè dell'ora fornita dal direttore di quell'imperiale Osservatorio meteorologico, e di quelle fornite dal Console generale inglese ed avute da due pendoli regolatori che trovavansi presso due differenti orologiai e che si fermarono al momento della scossa. Queste tre ore espresse in tempo medio di Costantinopoli, sono rispettivamente $12^h\ 24^m$ pom., $12^h\ 20^m\ 30^s$ e $12^h\ 21^m\ 45^s$. Io ritengo che siano da accettare come più prossime al vero le ultime due, e fra queste la prima, per più ragioni. Anzi tutto perchè essendo fornite da due pendoli che si sono fermati, e quindi si sono potuti osservare con agio, è da escludere in esse un errore materiale di lettura facilissimo altrimenti a commettersi; in secondo luogo perchè essendosi tenuto conto in esse anche della frazione di minuto appariscono più attendibili, in terzo luogo perchè sono due ore quasi concordanti che stanno di fronte ad una terza notevolmente discordante, in quarto luogo perchè escludendo i dati orarî di Costantinopoli, e combinando fra loro i dati orarî di Nicolajew, Potsdam, Wilhelmshaven, Parc S. Maur e Kew, le quali stazioni è noto che sono solite fornir l'ora con precisione più o meno grande, si ottengono delle velocità per i rispettivi percorsi parziali che, come vedremo, combinano molto bene e fra loro e con quelle che si ottengono adottando le ore fornite dai due pendoli e specialmente dal primo, ma si accordano poco bene con quelle che risultano dall'ora fornita dall'Osservatorio meteorologico di Costantinopoli; in quinto luogo finalmente perchè accettando quest'ultim'ora e combinandola con quelle fornite dalle principali stazioni sismiche italiane, ed in ispecie con quella di Roma, il cui valore è indiscutibile, risulterebbe la velocità di pro-

(1) Seismological Journal, vol. III, pag. 89.

(2) « Nature » Thursday, september 6, 1894, p. 450.

pagazione di 18 chilometri a secondo, cifra questa che nello stato attuale della sismologia nessuno potrebbe seriamente ammettere, trattandosi specialmente di una distanza come quella che separa Roma da Costantinopoli, per la quale cioè non può avere influenza alcuna sensibile la profondità più o meno grande dell'epicentro.

« Le stazioni prese in considerazione dal Davison ed i risultati da lui avuti in base all'ora dell'Osservatorio meteorologico di Costantinopoli sono i seguenti

Stazioni	Distanze dall'epicentro in chilometri	Intervallo di tempo in secondi	Velocità in chilometri per secondo
Bucharest	416	131	3,18
Nicolajew	707	156	4,53
Pola	1303	517	2,52
Potsdam	1742	504	3,46
Wilhelmshaven (declin.)	2097	595	3,52
» (bifil.)	»	655	3,20
» (Lloyd's bal.)	»	625	3,36
Utrecht	2185	540	4,05
Parc S. Maur	2240	720	3,11
Kew	2518	780	3,23

Da questa tabella risulta il valore medio per la velocità 3,42 ± 0,13 km. a secondo. Ma il Davison nota che se si prendono le ore fornite dai due pendoli fermati si ottengono rispettivamente i valori medî 2,30 e 2,56 km. a secondo. Ed infatti coi dati orarî dei due pendoli fermati ottengo la seguente tabella

Stazioni	Differenza di tempo in secondi rispetto al pendolo A	Velocità che se ne deduce in chilometri a secondo	Differenza di tempo in secondi rispetto al pendolo B	Velocità che se ne deduce in chil. a secondo
Bucharest	341	1,2	266	1,6
Nicolajew	366	1,9	291	2,4
Pola	727	1,8	652	2,0
Potsdam	714	2,4	639	2,7
Wilhelmshaven (declin.)	805	2,6	730	2,9
» (bifil.)	865	2,4	790	2,6
» (Llyd's bal.)	835	2,5	760	2,8
Utrecht	750	2,9	675	3,2
Parc S. Maur	930	2,4	855	2,6
Kew	990	2,5	915	2,7

Da questa tabella si ottengono per la velocità i valori medî 2,26 ± 0,16 e 2,55 ± 0,15 km. a secondo.

« Per le ragioni già dette sono da accettare come più vicini al vero questi due valori.

« Ed infatti escludiamo del tutto i dati orarî di Costantinopoli e combiniamo in tutti i modi possibili le ore delle stazioni sopra accennate come quelle che sono più attendibili e si ha la seguente tabella

Stazioni	Differenze delle distanze dell'epicentro in chilometri	Differenze di tempo in secondi	Velocità nei percorsi parziali in chilom. a secondo
Nicolajew-Potsdam	1035	348	3,0
" Wilhelmshaven (decl.)	1390	439	3,2
" " (bifil.)	1390	499	2,8
" " (Lloyd's ball.)	1390	469	3,0
" Parc S. Maur	1533	564	2,7
" Kew	1811	624	2,9
Potsdam-Wilhelmshaven (decl.)	355	91	3,9
" " (bifil.)	355	151	2,4
" " (Lloyd's bal.)	355	121	2,9
" Parc S. Maur	498	216	2,3
" Kew	776	276	2,8
Wilhelmshaven (decl.) - Parc S. Maur	143	125	1,1
" Kew	421	185	2,3
" (bifil.) - Parc S. Maur	143	65	2,2
" Kew	421	125	3,3
" (Lloyd's bal.) - Parc. S. Maur.	143	95	1,5
" Kew	421	155	2,7
Parc S. Maur Kew	278	60	4,6

Da questa risulta per la velocità di propagazione il valore medio 2,75 ± 0,19 e questo è più prossimo a quelli (2,3 e 2,6) che si ottengono accettando le ore dei pendoli fermati, che a quello (3,4) che si ottiene in base all'ora dell'Osservatorio di Costantinopoli.

« Fra i due valori 2,3 e 2,6 poi è da preferire il primo perchè fra due orologi ugualmente ben regolati e che per una data scossa di terremoto si fermano ad ore differenti, il primo che si ferma indicherà evidentemente l'ora

più prossima al vero e quest'ora potrà essere affetta da un errore in più ma non da un errore in meno.

« Veniamo ora alla velocità che risulta dai dati orarî forniti da cinque fra le migliori stazioni sismiche italiane e precisamente da Rocca di Papa, Roma, Siena, Firenze e Pavia.

Stazioni	Distanze dell'epicentro in chilometri	Ora di arrivo delle prime ondulazioni	Differenze di tempo rispetto all'ora dell'osservatorio di Costantinopoli	Velocità che se ne deduce in chilom. a secondo	Differenze di tempo rispetto all'ora del pendolo A	Velocità che se ne deduce in chilom. a secondo	Differenze di tempo rispetto all'ora del pendolo B	Velocità che se ne deduce in chilom. a secondo
		h m s	s		s			
Rocca di Papa	1350	11 29 10 (1)	64	21,0	274	4,9	199	6,9
Roma	1370	11 29 20	74	18,5	284	4,9	209	6,5
Siena	1450	11 29 36	90	16,1	300	4,8	225	6,4
Firenze	1470	11 29 0	54	27,2	264	5,6	189	7,8
Pavia	1650	11 30 37	151	10,9	361	4,6	286	5,8

Da questa tabella risultano la velocità media 18,1 km. a secondo in base all'ora fornita dall'Osservatorio meteorologico di Costantinopoli e le velocità $4,96 \pm 0,17$ e $6,68 \pm 0,33$ in base alle ore fornite dai due pendoli fermati. La prima è da escludersi per le ragioni già dette, e perchè non si conosce alcun corpo solido in cui la velocità di un moto ondulatorio qualsiasi arrivi a quel valore. Le altre due sono da accettarsi, ma fra queste è da preferire la prima perchè ottenuta in base all'ora più attendibile per la ragione di sopra esposta.

« Potrebbe nascere il dubbio che io avessi scelto le cinque stazioni della tabella superiore per ottenere più facilmente l'intento desiderato. A rimuovere questo dubbio presento qui un'altra tabella in cui tengo conto di tutti i dati, nessuno escluso, forniti dal Supplemento 109 dell'Ufficio centrale di meteorologia e geodinamica. In questa tabella, per amore di brevità, tralascio i risultati che si ottengono basandosi sull'ora fornita dall'Osservatorio di Costantinopoli, e mi attengo solo a quelli che si hanno in base alle ore dei

(1) Quest'ora non è quella che trovasi nel suppl. 109 del Bollettino dell'U. C. di meteorologia e geodinamica, ma quella che corrisponde ai primi tremiti che ho scoperto in seguito nel diagramma dopo averlo esaminato con una lente d'ingrandimento.

due pendoli fermati, poichè, come abbiamo già visto, queste sono più prossime al vero.

Stazioni	Distanze dall'epicentro in chilometri	Ora di arrivo delle prime onduluzioni	Differenze di tempo in secondi rispetto al pendolo A	Velocità che se ne deduce	Differenze di tempo in secondi rispetto al pendolo B	Velocità che se ne deduce
Benevento . . .	1200	11 h 27 m s	144	8,3	69	17,4
Ischia	1250	11 31 27	411	3,0	336	3,7
Catania	1260	11 34	564	2,2	489	2,7
Mineo	1300	11 27 35	179	7,2	104	12,5
Rocca di Papa	1350	11 29 10	274	4,9	199	6,9
Roma	1370	11 29 20	284	4,9	209	6,5
Spinea	1440	11 33 59	563	2,6	488	3,0
Siena.	1450	11 29 36	300	4,8	225	6,4
Padova.	1460	11 31 55	439	3,3	364	4,0
Firenze	1470	11 29	264	5,6	189	7,8
Piacenza . . .	1590	11 35	624	2,5	549	2,9
Pavia	1650	11 30 37	361	4,6	286	5,8

« La velocità media che risulta da questa tabella è 4,49 ± 0,55 km. a secondo in base all'ora del pendolo A; 6,63 ± 1,26 km. a secondo in base all'ora del pendolo B.

« Abbiamo dunque dalle stazioni estere la velocità di propagazione 2,3 e dalle stazioni italiane quella di 4,9 km. a secondo.

« I dati orarî forniti dalle cinque stazioni della penultima tabella sono abbastanza sicuri, quelli poi di Roma e di Rocca di Papa stazioni che hanno direttamente il tempo campione, sono affatto ineccepibili; come possono dunque conciliarsi i due valori trovati l'uno presso a poco doppio dell'altro? È molto facile il conciliarli se si rifletta che gli strumenti da cui si è ottenuta l'ora nelle stazioni estere non sono strumenti adatti allo studio di qualunque movimento di terreno. Essi sono pendoli orizzontali e magnetografi. Questi apparecchi, avendo un ritmo di oscillazione piuttosto lungo, poco si prestano per registrare le onde longitudinali le quali, avendo un breve ritmo di vibrazione, sono registrate da strumenti basati sul principio della massa sta-

zionaria. Le stazioni estere adunque hanno registrato le ondulazioni di ritmo lento, che chiamo trasversali e che hanno la lunghezza di parecchie decine di chilometri; le stazioni italiane invece prima di segnalare o di registrare le ondulazioni trasversali hanno registrato le ondulazioni longitudinali che si propagano con una velocità doppia di quella delle altre. Che se poi prendiamo in considerazione le ore corrispondenti all'arrivo delle onde trasversali nelle stazioni italiane, ritroviamo presso a poco il medesimo risultato che si è avuto per le stazioni estere.

« Che poi si tratti realmente di moti ondulatorî di genere diverso, e non di un solo moto ondulatorio piccolo da principio e che poi vada mano mano ingrandendosi, lo deduco anzitutto dai diagrammi che si ottengono dai sismometrografi e specialmente da quelli collocati in grandi e bassi edificî ove perciò non sia da temere la sovrapposizione del moto ondulatorio proprio del fabbricato. In questi diagrammi il distacco fra le due specie di movimenti, specialmente in alcuni casi, è spiccatissimo. Per citare qualche esempio dirò che, col mio sismometrografo in Rocca di Papa, nel caso del terremoto giapponese del 22 marzo scorso, ottenni un diagramma in cui le onde longitudinali, che aveano sulla carta 0,5 mm. di larghezza, precedevano a grande intervallo le onde trasversali che giunsero sulla carta a 10,0 mm. di larghezza. Mentre le prime erano tutte di ritmo brevissimo e costante, le altre aveano l'enorme e pur costante ritmo di 17 secondi. Nel caso del terremoto del 10 luglio scorso a Costantinopoli, mentre le onde longitudinali non si vedono nel mio diagramma senza ricorrere al microscopio, le onde trasversali nel diagramma hanno la larghezza di 12 millimetri. Nel diagramma di questo medesimo terremoto, fornitomi gentilmente dal dott. Oddone reggente dell'osservatorio di Pavia, il distacco è marcatissimo, specialmente nella componente N-S, perchè mentre le onde del 1° sistema hanno la larghezza di circa un millimetro, quelle dell'altro sistema hanno la lunghezza di parecchi centimetri. In secondo luogo poi dobbiamo di necessità ammettere i due differenti sistemi di onde perchè se si trattasse di un solo sistema le stazioni estere sopracitate, a parità di condizioni avrebbero dovuto segnalare tanto meglio il primo giungere del moto ondulatorio quanto più vicine all'epicentro; da ciò ne sarebbe derivato che le cifre della velocità sarebbero dovute andare scemando col crescere della distanza dal centro, abbiamo visto invece che nulla avviene di tutto questo.

« In conclusione, a me sembra che oramai non possa più mettersi in dubbio nei terremoti la presenza di due diversi sistemi di onde. Le prime a ritmo breve e più difficili a venir registrate, specialmente dai pendoli orizzontali e dai magnetografi, si propagano colla velocità di 4,5 a 5,0 chilom. a secondo; le altre a periodo lentissimo, che sono di molti chilometri di lunghezza e di parecchi decimetri di altezza, si propagano colla velocità di 2,2 a 2,5 chilom. a secondo.

« E qui mi torna opportuno richiamare ciò che già scrissi nella Memoria citata, che cioè questi due valori per le velocità li ritroveremo ogni volta che si tratti di distanze tali, come quelle delle tabelle su esposte, per le quali non abbia più influenza la profondità dell'ipocentro e la varia costituzione dei terreni. Nelle aree epicentrali o nelle loro vicinanze, si potranno trovare, evidentemente per varie ragioni, cifre assai diverse ».

Mineralogia. — *Appunti di mineralogia italiana. — Antimonite di Cetine.* Nota di E. Artini, presentata a nome del Socio Struever.

« La miniera detta delle Cetine di Cotorniano, presso Rosia, in Provincia di Siena, fu aperta nel 1878 (1), e il Museo Civico di Milano possiede già dal 1881 due grandi esemplari di antimonite di questa località, dono del sig. C. Scaniglia. I cristalli hanno dimensioni relativamente notevoli, cioè fino a 6 centimetri di lunghezza per $1\,^1/_2$ cent. di grossezza; sono piantati sulla matrice per una estremità dell'asse delle z, e spesso terminati all'altra estremità da facce di piramide relativamente ben definite; ma disgraziatamente, come quelli di Pereta, sono profondamente alterati.

« Recentemente però, per mezzo del sig. G. D'Anna, il nostro Museo è venuto in possesso di un interessante esemplare della stessa miniera, nel quale l'antimonite è affatto inalterata, e si presenta in cristallini alquanto più piccoli, ma brillantissimi, e spesso terminati perfettamente. Ho creduto utile sottoporne a misure goniometriche alcuni tra i più splendidi, tanto più che, per quanto io sappia, è questa la prima volta che un'antimonite di località italiana può venir fatta oggetto di studio cristallografico.

« Le forme osservate sono le seguenti:

b	m	d	i	z	L	σ
{010},	{110},	{230},	{140},	{101},	{103},	{213},

p	s	τ	σ_3	σ_4	e	ψ
{111},	{113},	343},	{233},	{243},	{123},	{146}.

« Nessuna di tali forme è nuova per l'antimonite.

(1) Non è perciò menzionata questa località nella « Mineralogia della Toscana » del D'Achiardi, vol. II, 1873. Questo autore in fatto di antimonite ben cristallizzata cita solo quella di Pereta, in prov. di Grosseto; egli osservò solo cristalli rotti alle estremità, con le forme {010}, {110}, {130}, {350}: il Coquand invece avrebbe visto grossi cristalli terminati, che presentavano anche le {100}, {111}.