

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCXCVI.

1899

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VIII.

2° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

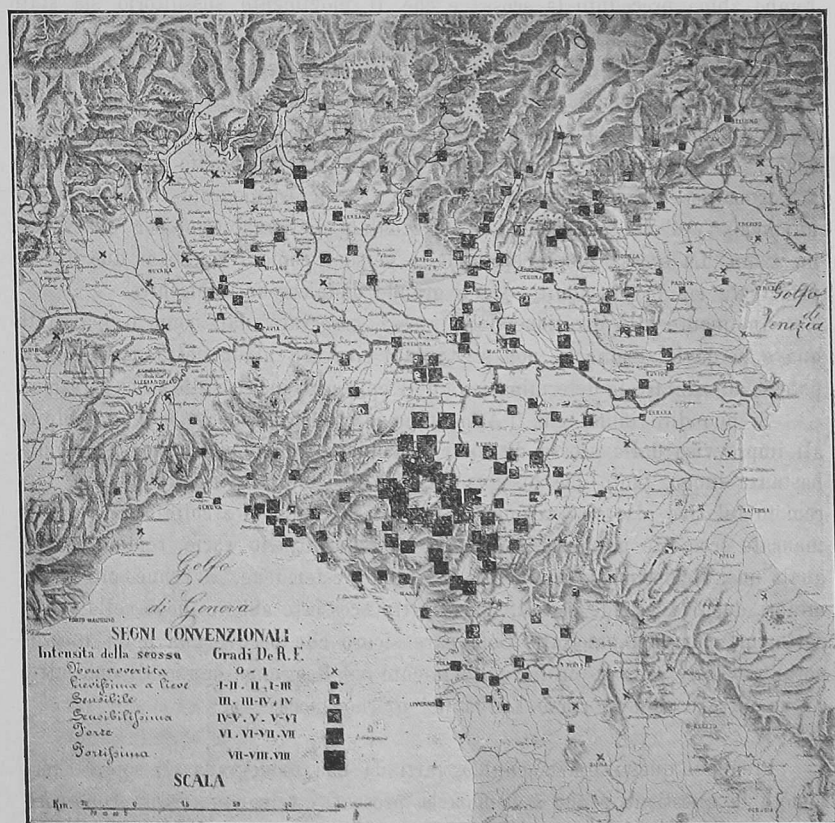
PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1899

Fisica terrestre. — *Il terremoto Emiliano della notte dal 4 al 5 marzo 1898.* Nota di G. AGAMENNONE presentata dal Socio TACCHINI.

L'epicentro di questo importante terremoto deve ricercarsi nell'Appennino parmense-reggiano in un punto caratterizzato in cifra tonda dalle seguenti coordinate geografiche:

lat. N $44^{\circ} \frac{1}{2}$, long. $10^{\circ} \frac{1}{3}$ E da Greenwich.



La massima intensità del fenomeno s'è verificata nel versante NE dell'Appennino ed ha raggiunto il grado VIII della scala *De Rossi-Forel*. L'area di massimo scuotimento raggiunse un migliaio di chilometri quadrati, mentre la porzione di superficie terrestre, dove la scossa arrivò a farsi sentire più o meno sensibile all'uomo, fu di circa 70000 km.² Si può avere un'idea dell'andamento del fenomeno dall'annessa carta che non ha bisogno d'alcuna

spiegazione. Dall'esame della medesima si acquista ben presto la convinzione che la Valle Padana non ha punto ostacolata la trasmissione del movimento verso la Lombardia ed il Veneto, e ciò è dovuto probabilmente al fatto che il focolare sismico è stato assai profondo, perchè la maggior parte del movimento si sia potuta propagare al di sotto dei potenti strati alluvionali e pliocenici, e precisamente attraverso rocce ben più profonde ed elastiche.

Le località le più numerose, ove vennero segnalati il rombo ed il sussulto del terreno, sia pure associato al movimento orizzontale, si trovano nella regione epicentrale e ne' suoi dintorni, ma la percezione del sussulto e del rombo s'è avuta anche in alcune località lontanissime. Sembra poi che il rombo abbia preceduto la scossa e che il movimento sussultorio sia stato avvertito avanti l'arrivo dell'ondulazione del suolo.

In quanto alla durata del fenomeno, si può assegnare in media una dozzina di minuti secondi nelle provincie più colpite e nulla di più per le altre. Naturalmente gli strumenti sismici, situati in località più o meno distanti, sono stati perturbati assai più a lungo. Così, un sismografo rimase in moto a Parma per una quarantina di secondi, il microsismografo di Padova per un buon $\frac{1}{4}$ d'ora, ed il pendolo orizzontale di Strasburgo per quasi una mezz'ora. La scossa fu percepita dalle persone come avvenuta in due riprese principali, sia in prossimità, sia a grande distanza dall'epicentro.

In quanto alla direzione della scossa, osservata dall'uomo o registrata qua e là dagli strumenti, non s'è potuto ricavare alcun fatto positivo che potesse autorizzare la determinazione dell'epicentro in base alle varie direzioni.

Si può dire infine che l'Appennino reggiano-parmense è stato colpito all'improvviso dalla scossa di cui ci occupiamo, dopo un riposo sismico abbastanza lungo, tanto che bisogna risalire al 1896 per trovare qualche terremoto relativo alle sole regioni circostanti a quelle ore colpite. Ma se sono mancate scossette precursori, sonosi avute al contrario varie repliche, delle quali una, lievissima si ma forse di grande estensione, avvenne circa 7-8 minuti dopo la grande scossa. Varie altre scossette ebbero luogo nella stessa notte, ma non ben precisate. Solo pare sicuro che poco prima della mezzanotte sia stato avvertito un lieve movimento nel Reggiano, presso all'epicentro, ed un altro consimile verso l'alba del giorno successivo.

Premessi questi brevi cenni estratti da una monografia ⁽¹⁾ sopra il terremoto in questione e che è bene aver presenti, vengo ora a far conoscere per sommi capi i risultati d'un mio studio sopra la velocità di propagazione di detto terremoto, e che sarà pure pubblicato nel *Boll. della Soc. Sism. Italiana*.

(1) G. Agamennone, *Il Terremoto nell'Appennino parmense-reggiano della notte dal 4 al 5 marzo 1898*. Boll. della Soc. Sism. Ital. Vol. V, 1899-1900, pag. 72-92.

Scopo precipuo di questo studio è stato non tanto quello di voler conoscere con quale velocità si propagarono realmente le onde sismiche, quanto l'altro di dare un'idea delle gravi difficoltà alle quali fino ad oggi si è andato incontro in tali ricerche, per il fatto della estensione relativamente debole di terremoti consimili a quello di cui ci andiamo occupando. Infatti, data la ragguardevolissima velocità delle onde sismiche, posta ormai fuori di dubbio dalle moderne misure, ne consegue che se non si ha da fare con distanze un po' considerevoli, gli errori anche relativamente piccoli, inerenti alla determinazione delle ore, e la diversa sensibilità delle persone o degli strumenti possono falsare grandemente i risultati e far pervenire a leggi, le une più strane delle altre e non di rado tra loro contraddittorie.

Pel nostro terremoto si sono avuti in tutto 212 dati orari, oscillanti tra 20^h e $22^h \frac{3}{4}$. A produrre in essi una così enorme latitudine hanno contribuito, oltre tante altre specie di errori, perfino quello di due ore intiere nella riduzione delle ore pomeridiane al sistema attualmente in uso in Italia, del contare cioè da 0^h alle 24^h . Fatta l'esclusione delle poche ore le più divergenti, tutte le restanti variano ancora da 22^h a $22^h \frac{1}{2}$. Non volendo prendere in considerazione, senza ragioni giustificative, le ore espresse in multipli di 5, ne restano per tal fatto scartate i $\frac{2}{3}$ del numero totale e ne rimangono solo 71, oscillanti ancora da $22^h 2^m$ a $22^h 25^m$. Esaminando quest'ultime ci formiamo ben presto la convinzione che molte tra esse debbono ancora contenere grossi errori, quantunque siano state date come precise od almeno incerte entro ristrettissimi limiti. La causa principale del disaccordo è senza dubbio la mancanza d'un esatto tempo campione nella più parte delle stazioni. Basandoci sulle migliori ore, osservate tanto in prossimità dell'epicentro quanto alle distanze più notevoli, non abbiamo creduto d'esagerare mettendo ancora da parte tutte le ore anteriori a $22^h 3^m 8^s$ e posteriori a $22^h 10^m$, eccezione fatta per l'ora di Shide (Inghilterra).

Però c'inganneremmo di grosso se volessimo ritenere egualmente esatti tutti i 56 dati rimanenti, che presentano tra essi ancora una differenza massima di ben 7 minuti, non tutta spiegabile, nè con la diversa distanza dall'epicentro, nè colla varia fase del movimento a cui le ore furono osservate, quantunque si presuma che le medesime si riferiscano al principio della scossa. E se è probabile che molte di esse non si allontanino troppo dal giusto valore che per pura casualità, altre invece se ne allontanano in una misura allarmante, tanto che s'impone un'ulteriore epurazione fatta col criterio di abbandonare i dati orari, anche se pochissimo divergenti, per tutte quelle località ove non si abbia una sufficiente garanzia del tempo campione, o dove l'errore probabile è riconosciuto essere superiore ai 2 minuti dagli stessi relatori, o dove infine, in seguito a speciale inchiesta, s'è dovuto riconoscere che questo limite d'incertezza non è punto sicuro. Ciò facendo, si sono posti in disparte un'altra buona metà dei predetti 56 dati orari, in modo che non

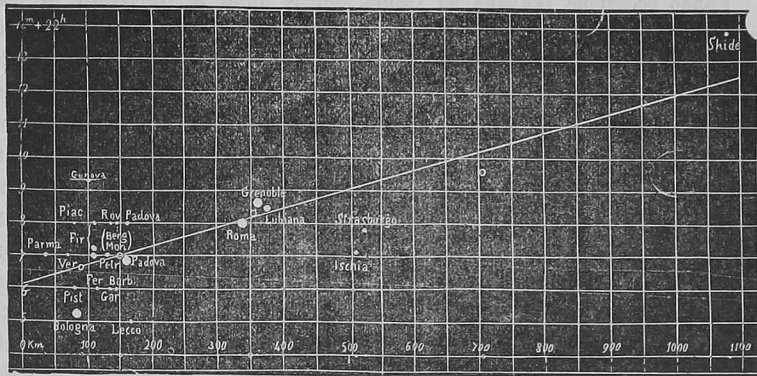
ne restano da utilizzare che soli 25, i quali non rappresentano neppure l'ottava parte del numero totale dei dati a nostra disposizione. E bisogna notare che sopra questi 25 dati, che sono il residuo di tante successive vagliature, ben dieci presentano ancora un errore probabile di $\pm 2^m$, otto di $\pm 1^m$, tre di $\pm 0^m \frac{1}{2}$, quattro sole di $\pm 0^m \frac{1}{4}$.

Per procedere al calcolo della velocità media apparente delle onde sismiche mediante il metodo de' minimi quadrati, e non volendo d'altra parte rendere troppo oneroso il lavoro, a causa del considerevole numero d'equazioni di condizione colle quali si avrebbe da fare, si sono ordinati i 25 dati orari a seconda delle distanze crescenti delle rispettive località dall'epicentro e poi si sono divisi in quattro gruppi. Il 1° comprende dieci dati orari, appartenenti a località la cui distanza varia da 35 a 115 km. dall'epicentro; il 2° nove dati orari, osservati a distanze oscillanti da 130 a 165; il 3° tre dati, osservati da 340 a 370 km. di distanza; ed infine il 4° comprende pure tre dati orari, ma ottenute a distanze da 510 a 1080 km. Facendo per ogni gruppo la media delle ore e delle distanze, tenuto debito conto del peso spettante ad ogni dato orario, si ottengono così quattro sole equazioni di condizione, le quali corrispondono a quattro località fittizie con le ore e distanze medie seguenti:

	Distanza dall'epicentro	Ora d'arrivo della scossa	$\sqrt{\text{peso dell'ora}}$
1 ^a località	km. 91 $\frac{1}{2}$	22 ^h 6 ^m ,6	26
2 ^a "	152	" 7,0	18
3 ^a "	354	" 8,3	20
4 ^a "	703	" 9,6	6

In base a questi valori, si ricava col metodo de' minimi quadrati una velocità media apparente di circa 2900 metri al secondo (1). Nell'annessa figura schematica, dove le ascisse rappresentano le distanze delle varie località dall'epicentro e le ordinate i tempi, si trovano segnate con cerchi le 4 località fittizie predette, con dischetti tutte le 25 località di cui s'è utilizzata l'ora, ed infine con una linea retta la velocità media superficiale che è venuta fuori dal nostro calcolo. I diametri dei dischetti sono press' a poco proporzionali alla precisione delle rispettive ore. Calcolando ora per ogni stazione, in base alla velocità media trovata, l'ora a cui la scossa avrebbe dovuto principiare, e comparandola a quella che fu realmente osservata, si trovano differenze che raramente sorpassano, e di poco, il limite d'errore assegnato ad ogni località, come si rileva dalla tabella che segue:

(1) Per la forma delle equazioni da me adottate, rimando a quanto già esposi nella mia precedente Nota: *Velocità di propagazione delle principali scosse di terremoto di Zante ecc.*, pubblicata in questi stessi Rendiconti. Ser. 5^a vol. 2°, pag. 393, seduta del 17 dic. 1893.



Distanza dall'epicentro Km.	Località	Ora del principio		Differenza	Fonte
		osservata	calcolata		
0	Epicentro	—	22 ^h 6 ^m 6 ^s	—	—
35	Parma	22 ^h 7 ^m ± 1 ^m	22 6 19	+0 ^m 41 ^s	Oss. met.
70	(*)Vergato (Bologna)	22 7 ± 2	22 6 31	+0 29	Uff. telegr.
80	Piacenza	22 8 ± 1	22 6 35	+0 25	Oss. met.
80	Pistoia	22 6 ± 2	22 6 35	-0 35	Id.
85	Bologna	22 5.10 ^s ± 1/4	22 6 36	-1 26	Id.
105	(*)Genova	22 9 ± 2	22 6 43	+2 17	Id.
110	(*)Firenze	22 7 ± 1	22 6 45	+0 15	Id.
110	Firenze	22 7.7 ± 1/2	22 6 45	+0 22	Oss. Xim.
110	Firenze	22 8 ± 1/2	22 6 45	+1 15	Oss. Quercee
115	Ferrara	22 6 ± 2	22 6 47	-0 47	Oss. met.
130	Petrognano (Firenze)	22 7 ± 1	22 6 52	+0 8	Oss. geod.
135	(*)Gargnano (Salò)	22 6 ± 2	22 6 54	-0 54	Uff. telegr.
135	Rovigo	22 8 ± 2	22 6 54	+1 6	Oss. met.
145	(*)Barbarano (Vicenza)	22 6 ± 2	22 6 57	-0 57	Uff. telegr.
145	Bergamo	22 8 ± 2	22 6 57	+1 3	Oss. met.
145	(*)Monza	22 8 ± 2	22 6 57	+1 3	Id.
160	Padova	22 6.52 ± 1/4	22 7 3	-0 11	Ist. fisico
160	Padova	22 8 ± 1	22 7 3	+0 57	Oss. met.
165	(*)Lecco	22 5 ± 2	22 7 5	-2 5	Uff. telegr.
340	Roma	22 8 ± 1/4	22 8 6	-0 6	Coll. Rom.
360	Grenoble	22 8.34 ± 1/4	22 8 13	+0 21	Prof. Kilian
370	Lubiana	22 8.24 ± 1/2	22 8 16	+0 8	Prof. Belar
510	Ischia	22 7.7 ± 1	22 9 5	-1 58	Oss. geod.
520	Strasburgo	22 7.49 ± 1	22 9 8	-1 19	Prof. Gerland
1080	Shide (Inghilterra)	22 13.56 ± 1	22 12 24	+1 32	Prof. Milne

(*) In questa località l'ora fu dedotta senza il sussidio d'alcun istrumento sismico.

Fanno eccezione Bologna ed Ischia, per le quali la differenza in questione si eleva rispettivamente a circa $1^m \frac{1}{2}$ e 2^m , mentre l'errore presunto non avrebbe dovuto sorpassare $0^m \frac{1}{4}$ per la 1^a località ed 1^m per la 2^a. Siccome non è probabile che tanta differenza debba ascriversi a ragguardevolissime anomalie nella propagazione del moto sismico dall'ipocentro fin proprio a Bologna e ad Ischia, così questo esempio mi pare abbastanza eloquente per dimostrare con quanta riserva bisogna accettare anche i dati orari, che a prima vista possono sembrare sicurissimi sotto ogni riguardo, e quanta oculte occorra perchè dal confronto degli uni cogli altri possa uno formarsi un criterio abbastanza esatto della precisione dei singoli dati, prima di servirsene.

Se si volessero paragonare direttamente tra loro le ore più sicure, quali sono quelle di Firenze, Padova e Roma, si otterrebbe una velocità di circa 2600 metri al secondo dal confronto di Padova con Roma, e di 4100 metri da quello di Firenze con Roma. Il 1° di questi valori è forse troppo piccolo, perchè il solo strumento che in questa occasione funzionava in Roma era meno sensibile di quello di Padova, mentre il 2° valore risulta invece troppo alto, tenuto conto della minore sensibilità degli strumenti di Firenze in confronto di Roma. Questi due valori costituiscono forse due limiti entro cui cade la vera velocità di propagazione delle onde sismiche le più veloci, quelle almeno che poterono influenzare in modo percettibile i vari strumenti a distanze più o meno ragguardevoli.

Che questa velocità si sia mantenuta approssimativamente costante col crescere delle distanze, noi non abbiamo seri motivi per dubitarne, poichè abbiamo visto già sopra che le differenze tra le ore osservate e quelle calcolate nelle varie stazioni, in base alla velocità da noi trovata, restano generalmente nei limiti degli errori probabili assegnati, e di più i segni positivi e negativi di dette differenze si alternano senza alcuna legge, che possa dare anche un semplice indizio d'aumento o decremento della velocità colla distanza. Che se qualcuno poi volesse ritenere che la velocità sia andata realmente crescendo coll'allontanarsi delle onde sismiche dalla regione epicentrale, per il fatto che il dato orario d'Ischia resta nella figura troppo al di sotto della linea retta che caratterizza la velocità media, c'è da obiettare che l'opposto si verifica per il dato orario di Shide d'una precisione circa uguale. Eppure se l'accrescimento della velocità colla distanza realmente sussistesse nella misura che da taluni si vorrebbe, il medesimo avrebbe pur dovuto ancor meglio affermarsi per Shide, che si trova ad una distanza dall'epicentro perfino doppia in confronto d'Ischia.

Un calcolo sulla velocità di propagazione della fase massima del movimento, quale fu registrata nelle varie località, avrebbe condotto a risultati ancor meno attendibili, vista l'incertezza nel poter determinare per ogni località il massimo della perturbazione e considerata la diversità degli strumenti qua e là adoperati.