

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

# RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

*pervenute all'Accademia sino al 2 luglio 1899.*

Fisica terrestre. — *Riassunto della sismografia del terremoto del 16 novembre 1894. Parte 1<sup>a</sup>: Intensità, linee isosismiche, registrazioni strumentali.* Nota del Corrispondente A. Riccò.

Per varie ragioni la Commissione incaricata dal Governo di studiare il terremoto del 16 novembre 1894 non ha potuto ancora pubblicare la sua relazione: questa si compone della parte geologica, della parte storico-topografica dei terremoti precedenti, della parte sismologica e della parte tecnica. Credo opportuno di dare intanto all'Accademia un riassunto della parte sismologica di cui sono relatore.

*Intensità, linee isosismiche.* — Abbiamo visitato 80 centri abitati fra i più tormentati dal terremoto: abbiamo avuto notizie particolareggiate di altri 20 dal R. Corpo del Genio civile di Reggio C., per altri 70 luoghi abbiamo ricavato i necessari dati dal Supplemento N. 113 del Bullettino meteorico dell'Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica.

Per queste 170 località abbiamo prima fatto la graduazione dell'intensità degli effetti del terremoto, scrivendole nell'ordine del danno crescente; poi abbiamo espressa l'intensità in numeri secondo la scala Rossi-Forel; abbiamo poscia trasportato i detti numeri sopra carte topografiche, e quindi tracciate le linee isosismiche, date nell'unita figura 1.

L'area epicentrale, limitata dalla isosismica del grado 10, ove maggiori furono le rovine, è nel circondario di Palmi: comprende Seminara, Santa Eufemia, Sant'Anna, col massimo nella borgata di San Procopio.

Le massime dimensioni in chilometri e le superficie in chilometri quadrati comprese dalle diverse isosismiche sono le seguenti:

Isosismiche	Massima dimensione in Chilom.	Superficie in Chilom. quad.
10	15	80
9	40	806
8	97	9170
7	120	15780
6	160	24600
5	200	37670
4	280	54580
3	330	80350
2	415	113670

L'area epicentrale è reniforme, perchè comprende, fra Sinopoli e Melicuccà, uno spazio ove i danni furono minori. Le altre isosismiche sono all'ingrosso concentriche alla prima, ma irregolarmente, e deformate variamente; in generale si espandono notevolmente a ponente verso le Eolie, sono schiacciate e strette le une presso le altre a levante indicando con questo una rapida diminuzione dell'intensità, certamente prodotta dalla grande massa dell'Aspromonte. Inoltre si notano le seguenti anomalie:

L'isosismica 9 si estende molto verso Rosarno, città fondata sopra arena sciolta.

L'isosismica 8 si estende a nord in modo da comprendere Soriano, che fu centro di fortissimo terremoto al 28 marzo 1783; si estende anche verso la punta peloritana della Sicilia, indicando che essa fu singolarmente scossa.

L'isosismica 7 si estende a nord-est, verso Borgia che fu centro secondario di grandi scosse nel 1783.

L'isosismica 6 si estende a sud in modo da comprendere l'Etna.

L'isosismica 5 e seguenti si estendono verso sud-sud-est in modo da comprendere il focolare del grande terremoto del 1693 in Val di Noto.

Quest'andamento delle isosismiche indica o che gli antichi focolari geodinamici si risvegliarono al momento del terremoto del 1894, oppure che in quelle località la scorza terrestre, essendo sconquassata od anche rotta dai precedenti terremoti o dalle eruzioni, fu più fortemente agitata da questo terremoto. Siccome nè l'Etna, nè i vulcani, nè le fumarole, nè le altre manifestazioni delle forze endogene nelle Eolie diedero alcun indizio d'aumento di attività, la seconda spiegazione dell'andamento delle linee isosismiche pare più probabile.

Inoltre, tracciando le isosismiche sopra una carta geologica, si osservano le seguenti relazioni del loro andamento colla costituzione del suolo.

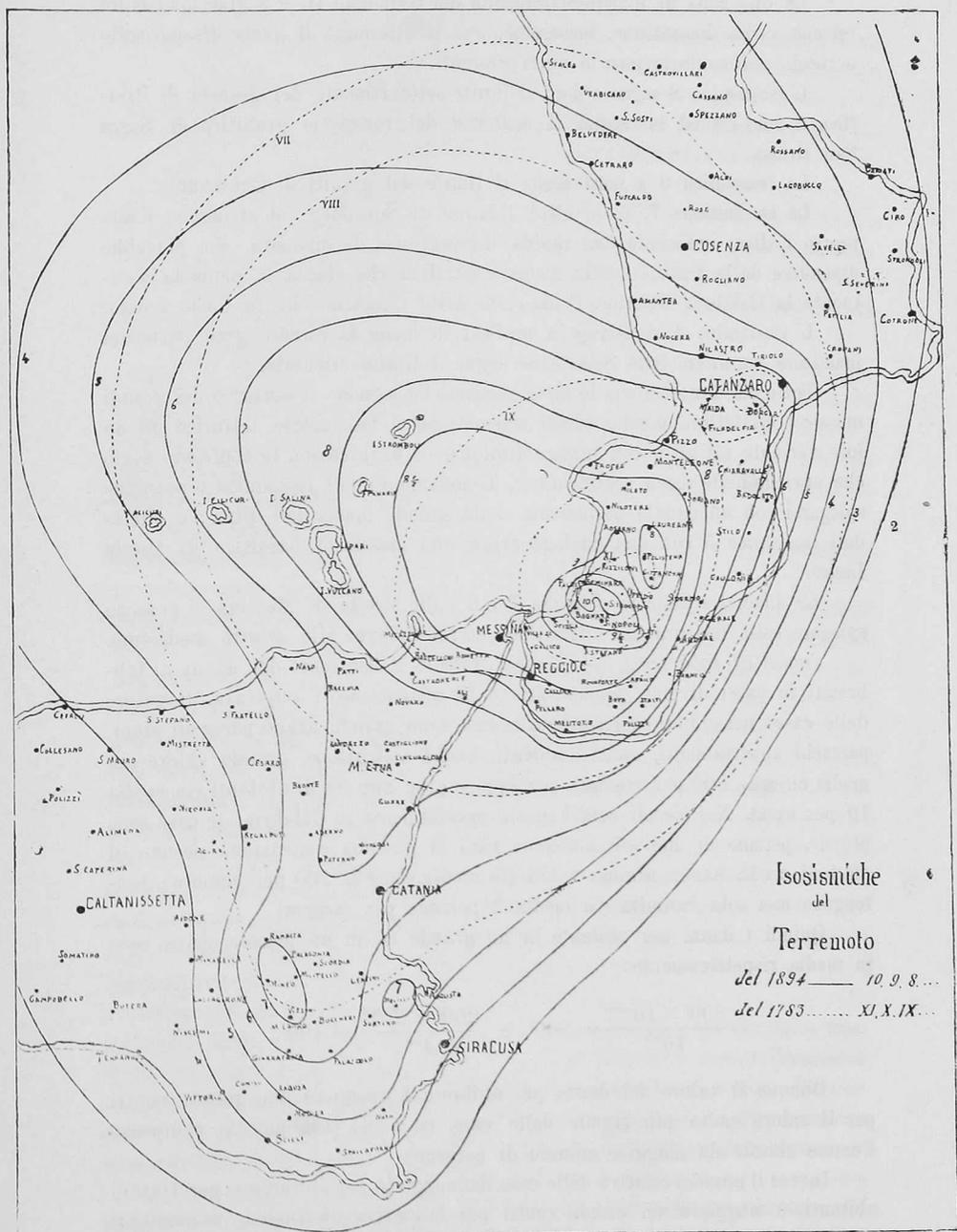


FIG. 1.

La due zone di maggiore intensità del terremoto 10 e 9 giacciono sopra terreno vario, discontinuo, incoerente, ove si alternano il gneis disaggregato e rocce sedimentarie poco o nulla coerenti.

L'isosismica 8 segue a nord il limite settentrionale del granito di Briatico, a nord-est ed est segue il contorno del massiccio granitico di Serra San Bruno.

La isosismica 6 a nord segue il limite dei graniti di Catanzaro.

Le isosismiche 7, 6, 5, oltre l'istmo di Squillace, si stringono l'una presso l'altra, indicando una rapida diminuzione di intensità, che potrebbe dipendere dalla frattura della roccia cristallina che stacca la penisola costituente la Calabria Ulteriore I<sup>a</sup> dal resto della Calabria, che fu meno scosso.

L'isosismica 4 si allarga a nord-est in modo da varcare gran parte del massiccio granitico della Sila, e ne segue il limite orientale.

Tutto ciò dimostra che le linee isosismiche seguono il contorno dei grandi massicci cristallini, perchè questi trasmettono il movimento tellurico da un loro versante all'altro con minore diminuzione di intensità, in confronto a ciò che avviene nelle rocce sedimentarie. L'andamento dell'isosismica 6 potrebbe spiegarsi con un eguale portamento della grande massa dell'Etna; e quello dell'isosismica 5 con una analoga azione del massiccio basaltico di Monte Lauro.

Le anomalie delle isosismiche 7 e 6 sullo stretto di Messina si possono spiegare colla frattura del cristallino, corrispondente allo stretto medesimo.

*Danni ai fabbricati.* — È assai difficile il confronto dei danni ai fabbricati in paesi diversi, poichè varia è la costruzione, l'ampiezza, il valore delle case: nei grandi centri urbani le case sono grandi, hanno parecchi piani, parecchi appartamenti, molti ambienti, buona costruzione, grande valore (in media circa L. 800 per camera), contengono gran numero di abitanti (in media 10 per casa). Nei piccoli centri rurali, specialmente in Calabria, le case sono piccole, persino di due soli ambienti, sono di pessima costruzione, perfino di mattoni crudi, hanno minimo valore (in media circa L. 200 per camera), contengono una sola famiglia (in media 2 persone per camera).

Quindi i danni per abitante in un grande ed in un piccolo centro sono in media rispettivamente:

$$\frac{800^l \times 10^{amb}}{10^{ab}} = 800^l \quad \text{e} \quad \frac{200^l \times 2^{amb}}{4^{ab}} = 100^l.$$

Dunque il valore del danno per abitante è maggiore nei grandi centri per il valore molto più grande delle case, ed a ciò reca piccolo compenso l'essere abitate da maggior numero di persone.

Invece il numero relativo delle case danneggiate per abitante o per 10,000 abitanti, è maggiore nei piccoli centri per la cattiva costruzione e perchè il numero delle case è maggiore in ragione del numero degli abitanti.

Il numero relativo delle case danneggiate, in confronto al numero totale delle case, è maggiore nei piccoli centri, per la cattiva e povera costruzione.

In conclusione, considerando il valore del danno si esagera l'effetto del terremoto nei grandi centri; considerando il danno ai fabbricati, tanto relativamente al numero degli abitanti, che al numero delle case, si esagera l'effetto del terremoto invece nei piccoli centri abitati.

Non è dunque sperabile di avere la misura dell'intensità del terremoto dalle statistiche dei danni subiti dai fabbricati. Però queste statistiche costituiscono dati di fatto, che importa di raccogliere.

Il dato più semplice è quello dei comuni esentati dal pagamento delle imposte coi decreti del R. Commissario comm. Gallo.

In provincia di Reggio C., il limite inferiore dei danni per l'esenzione è dato da Siderno e Cittanova, ove l'intensità del terremoto da noi fu stimata  $7\frac{1}{2}$ , che corrisponde a lesioni leggere. Nel circondario di Monteleone il detto limite è dato da Parghelia, ove l'intensità del terremoto fu pure stimata  $7\frac{1}{2}$ . In provincia di Messina il detto limite è dato da Santo Stefano di Briga, ove l'intensità fu stimata 8.

Vi è dunque un notevole accordo nel limite dei danni per l'esenzione dalle tasse nelle diverse provincie funestate dal terremoto.

Per mezzo delle R. Prefetture abbiamo poi ottenuto dalle Agenzie delle imposte delle provincie di Reggio C. e Messina la statistica dei danni ai fabbricati, ossia il numero delle case che in ciascun comune furono danneggiate *leggermente* o *gravemente*, che crollarono *parzialmente* o *totalmente* e per alcuni comuni anche il valore del danno. Abbiamo poi ridotti questi numeri reali ai relativi per 10,000 abitanti; inoltre per avere l'effetto complessivo del terremoto, abbiamo moltiplicato i numeri relativi delle suddette quattro sopraindicate categorie di danni *a*, *b*, *c*, *d* rispettivamente pei coefficienti 1, 2, 3, 4, e poi abbiamo fatto le somme  $(a + 2b + 3c + 4d)$ ,  $(2b + 3c + 4d)$ ,  $(3c + 4d)$ ,  $(4d)$ : le quali abbiamo ritenute proporzionali rispettivamente al danno di tutte le case danneggiate, delle case danneggiate gravemente, delle case crollate parzialmente, delle case crollate totalmente. Infine abbiamo fatto la graduazione delle diverse categorie di danni nei vari comuni, scrivendo il nome di questi nell'ordine dei danni decrescenti.

Nessuna di queste graduazioni coincide con quella ottenuta dalla ispezione dei luoghi devastati dal terremoto; in quella delle case crollate totalmente i piccoli centri risultano prima dei grandi centri quantunque più gravemente danneggiati: d'accordo con quanto si disse sopra sulla esagerazione dei danni nei piccoli centri, quando si mettono in rapporto alla popolazione. Qualche cosa d'analogo si trova anche nelle altre graduazioni.

Invece nella graduazione del valore del danno si nota una rilevante prevalenza dei grandi centri, anche quando notoriamente non furono i più danneggiati, sempre d'accordo alle considerazioni precedenti.

Abbiamo fatto la stessa discussione per le statistiche dei danni forniteci cortesemente dalla Direzione Tecnica dei lavori inerenti al terremoto (cui stava a capo il sig. colonnello del Genio militare A. Chiarle), nella speranza che questi dati, fossero in più stretta relazione coll'azione meccanica del terremoto, per essere stati preparati con unità di criteri *tecnici*, mentre quelli derivanti dalle diverse Agenzie delle imposte non possono avere unità di criteri, ed hanno poi scopo fiscale.

Ne abbiamo anche ricavato i danni relativi al numero delle case, e fatte le rispettive graduazioni; ma queste graduazioni discordano tanto da quelle derivanti dai dati delle Agenzie delle imposte come da quelle ottenute da noi colle ispezioni dei luoghi.

Coi numeri relativi del danno complessivo ( $a + 2b + 3c + 4d$ ), abbiamo tentato di tracciare le isosismiche, ma abbiamo ottenuto dei risultati assolutamente impossibili.

Dunque le statistiche dei danni ai fabbricati non possono servire a dare la misura, e neppure la graduazione dell'intensità dell'azione del terremoto nei vari luoghi, mentre ciò riesce colla applicazione della nota scala Rossi-Forel.

Però quelle statistiche forniscono il dato importante del danno reale e relativo nei vari comuni e nell'insieme delle provincie funestate dal terremoto; e si ha:

*In 124 comuni danneggiati della provincia di Reggio C.*

	Case danneggiate leggermente	Case danneggiate gravemente	Case crollate parzialmente	Case crollate totalmente
Numero reale . . .	20708	10488	3527	916
Per 10000 abitanti . .	466	236	79	21
Per 10000 case . . .	1973	1000	366	87

*In 15 comuni danneggiati della provincia di Messina*

Numero reale . . .	5349	4193	228	6
Per 10000 abitanti . .	269	210	11	< 1
Per 10000 case . . .	1850	1453	79	2

Inoltre da dati ufficiali risulta che il danno complessivo in prov. di Reggio C. fu di circa 25 milioni di lire.

*Morti e feriti.* — Anche il numero delle vittime può dare una idea della intensità di un terremoto: ma circostanze fortuite possono influire molto sul detto numero; come se il terremoto avvenne di giorno, quando la gente in gran parte è fuori, od almeno pronta per fuggire dalle case, o invece di notte quando tutti sono coricati od addormentati; oppure se avvenne nelle ore in cui la gente è raccolta in casa per i pasti, nelle chiese per devozione, nei convegni per divertimento.

Nel caso presente S. Procopio ha avuto anche il triste primato del numero di vittime, assoluto e relativo per popolazione, oltre che per causa della intensità, per essere ivi molte persone raccolte in chiesa.

In Palmi invece le vittime furono fortunatamente poche, perchè gran parte della popolazione era fuori dell'abitato in processione. In generale poi può dirsi che se in questo terremoto il numero dei morti e feriti non fu maggiore di quel che è stato, devesi in gran parte alle scosse premonitrici, anteriori alla maggiore delle 18<sup>b</sup>, 50<sup>m</sup>, (specialmente quelle di ore 6<sup>1/4</sup> e di mezzodì), le quali misero in guardia quelle popolazioni, che di frequente sono provate da simili calamità e che conservano viva la tradizione delle antiche catastrofi.

Si ebbero a deplorare in tutto un centinaio di morti, più di 460 feriti gravemente e più di 500 feriti leggermente; la maggior parte delle vittime era nell'area epicentrale, quasi tutte entro l'isosismica 9, pochissime al di là.

*Registrazione degli strumenti sismici.* — La descrizione ed i dati forniti dagli strumenti sismici d'Italia e di Nicolajew (Russia) si trovano compendiatamente nella Tabella I: aggiungo che in Catania il terremoto fu registrato anche da un sismometrografo Brassart a lastra affumicata, il quale diede un bel sismogramma, ma che durò solo per un minuto, durata del movimento della lastra affumicata: però la parte prima e principale del terremoto può essere analizzata perfettamente con questa registrazione.

Essa comincia quando il movimento degli indici è 1,5 mm. di ampiezza (cioè quando quello del suolo è 0,15 mm.): le oscillazioni si mantengono piccole, inferiori al centimetro per 9<sup>s</sup>; poi vengono le grandi oscillazioni, le quali dopo altri 23<sup>s</sup> raggiungono la massima ampiezza di 43 mm. per la componente nord-sud, di 40 mm. per la est-ovest, di 9 mm. per la verticale; dopo l'oscillazione per le componenti orizzontali continua ancora, ed anche quando il carrello era fermo, ma meno ampia: invece cessa per la verticale.

Dalla composizione dei movimenti risulta che nei primi 9<sup>s</sup> le oscillazioni preliminari furono quasi esclusivamente orizzontali colla direzione NE-SW, che prossimamente è quella dell'epicentro rispetto Catania, poi vengono diversi gruppi di grandi oscillazioni verticali ed orizzontali con direzioni varie: il periodo delle oscillazioni orizzontali (semplici) è 0<sup>s</sup>,54, minore dello strumentale che è 0<sup>s</sup>,88, e perciò le oscillazioni registrate non sono strumentali.

Il periodo delle oscillazioni verticali è alquanto più lento dello strumentale che è 0<sup>s</sup>,25. Prima e dopo il massimo in discorso si hanno oscillazioni di forma complicata, con periodo generalmente più lento dello strumentale.

Anche il puteometro registrò il movimento sismico; quest'apparato è applicato ad un pozzo profondo una trentina di metri, scavato attraverso tutte le lave, fino al terreno pliocenico; un galleggiante sull'acqua, mediante un filo metallico ed un congegno simile al parallelogramma di Watt, trasmette il movimento del livello dell'acqua ad una penna che lo registra in gran-

dezza reale sopra una carta che percorre m. 0,04 al giorno: si ha una oscillazione brusca di 17 mm. verso l'alto e di 14 mm. verso il basso, poi il livello ritornò presso a poco allo stato primitivo, restando uno spostamento della penna verso l'alto di solo 1 mm., che potrebbe essere anche strumentale, per inerzia o gioco delle parti del puteometro.

I pendoli sismografici (pendoli semplici che segnano le oscillazioni con un ago posato sopra un vetro affumicato) hanno dato dei sismogrammi complicati, indicanti variazioni del piano di oscillazione, coi seguenti risultati:

Lunghezza del pendolo	Massima ampiezza dell'oscillaz.	Direzione prevalente dell'oscillazione
0 <sup>m</sup> . 80	17 <sup>mm</sup>	NW — S
1 73	18	NNW — SSE
2 60	16	N — S

cioè ampiezza presso che uguale e direzione prevalente all'incirca perpendicolare a quella dell'epicentro.

All'Osservatorio Etneo il forte movimento sussultorio fece strappare il filo d'ottone del diametro di 0,8 mm., che sosteneva la massa di 10 kg. del pendolo sismografico, ed il diagramma andò perduto.

In Catania i 5 tromometri di varia lunghezza (pendoli semplici e liberi che si osservano col microscopio) fino alle ore 18 del 16 nov. 1894 avevano piccole oscillazioni, di ampiezza ordinaria: però dalle 15<sup>h</sup> in poi le oscillazioni erano divenute circolari od ellittiche, il che è indizio di turbamento sismico; alle ore 18, cioè 50<sup>m</sup> prima della grande scossa, il tromometro lungo m. 1,50, attaccato al pilastro fondato sulla lava, aveva una oscillazione di 27",4, veramente maggiore dell'ordinario, con direzione all'epicentro del terremoto; alle 19<sup>h</sup>,40<sup>m</sup>, cioè 50<sup>m</sup> dopo il terremoto, tutti i tromometri avevano amplissime oscillazioni, con direzione prevalente all'epicentro.

Dalle registrazioni degli strumenti sismici si ricavano anche i seguenti dati, che sono riportati nella tabella I.

*Durata.* — Sembrerebbe che la durata del terremoto registrata dovesse diminuire colla distanza, e ridursi ad un semplice segno del massimo di intensità nelle stazioni più lontane: ciò non si verifica, non solo per la diversità degli strumenti sismici, ma ancora perchè ormai è dimostrato che nei sismometrografi molto sensibili la durata della registrazione cresce colla distanza dal centro di scuotimento, sia per ripetute riflessioni dello scuotimento telurico, sia per la diversa velocità di propagazione delle varie sorta di onde sismiche: ciò è evidente nella durata di 11 minuti della registrazione del sensibilissimo microsismografo Vicentini in Siena.

Si noterà poi che mentre la durata del terremoto avvertita dalle persone in Catania non fu che di pochi secondi e la scossa non fu avvertita affatto

dalle persone negli Osservatori più lontani dall'epicentro, le registrazioni ebbero la durata di parecchi minuti.

*Ampiezza.* — L'ampiezza massima delle oscillazioni segnata dagli strumenti, divisa per l'ingrandimento può dare un'idea dell'ampiezza dell'oscillazione del suolo: nella tabella I si vede che è in generale decrescente colla distanza: l'anomalia del grande sismometrografo di Roma dipende dalla singolare grandezza della massa oscillante (200 kg.) per la quale sono insignificanti gli attriti delle penne e delle trasmissioni meccaniche del movimento alle medesime.

*Intermittenze.* — Tutte le persone che hanno fatto attenzione al modo di manifestarsi del terremoto, hanno notato che dopo raggiunto un primo massimo di intensità, parve che il suolo si acquetasse, ma poi il moto ripigliò con maggiore violenza. Gli strumenti registratori hanno dato parecchi gruppi di oscillazioni distinti da brevi periodi di calma.

In Catania il sismometrografo a lastra affumicata ha dato per lo meno tre gruppi di oscillazioni in tutte le componenti.

A Portici nella componente ENE-WSW vi sono tre gruppi, nella componente NNW-SSE cinque gruppi di oscillazioni. A Rocca di Papa nella componente NW-SE ve ne sono due. A Roma il sismometrografo medio nella componente NE-SW ne ha date due, tre o quattro nell'altra. A Siena la finissima registrazione del microsismografo dà nella componente WNW-ESE ben nove gruppi d'oscillazioni, separati da intervalli di riposo quasi completo: nella componente NNE-SSW si hanno circa altrettanti gruppi, però meno distinti.

Dunque deve ritenersi che la grande scossa risultasse di diversi impulsi distinti: ma è anche probabile che delle intermittenze sieno derivate da interferenze delle onde sismiche dirette e riflesse, od anche delle oscillazioni sismiche colle meccaniche dei pendoli degli strumenti sismici; e per le stazioni più lontane dall'epicentro è probabile che le intermittenze registrate derivassero anche dalla diversa velocità di propagazione delle differenti sorta di onde sismiche.

*Direzione registrata.* — Quando non è grande la velocità della carta o vetro su cui si fa la registrazione, non si può avere con sicurezza la direzione dell'oscillazione se non nel caso che il terremoto sia stato registrato da una sola componente. Ad ogni modo nella tabella I è indicata la direzione prevalente registrata, ricavata dai diagrammi meglio che si è potuto; confrontandola colla direzione dell'epicentro rispetto alla stazione, si vede che non si ha una decisa prevalenza della direzione delle oscillazioni colla or detta dell'epicentro; il che vuol dire che il movimento del suolo non è prodotto prevalentemente dalle onde sismiche longitudinali dirette, ma altresì da altre, dirette o riflesse.

La variabilità del piano d'oscillazione durante il terremoto, generalmente indicato dagli strumenti sismici è un'altra prova di ciò che si è detto sopra, sulla natura varia delle onde sismiche.

TABELLA I.

OSSERVATORI	Distanza dallo epicentro	Pendolo del sismometro		Principio	Massimo	Fine	Durata	Ampiezza		Direzione registrata prevalente	Direzione dello epicentro
		Laugh.	Peso					Osservata A	Ridotta A: Ingran.		
Catania (1)	112	1.0	10	h m s 18.48.50	h m s 18.51.57	h m s 18.55.30	m s 6.40	mm 30.0	mm 3.0	NW-SE	NE
Portici (1)	318	1.0	20	18.48.50	18.51.0	18.55.50	5.30	8.2	0.82	WNW-ESE	SE
Ischia . . . . .	220	Pendoli orizzontali		18.53.0	18.53.30	—	—	—	—	NW-SE	SE
Rocca di Papa (2)	467	7.0	100	18.53.5	18.54.40	18.59.5	6.0	3.0	0.3	N-S(5)	SE
Roma (O. C. R.) (4)	495	15.0	200	18.52.23	18.54.58	—	11.23	56.0	5.6	ENE-WSW	SE
Id. (2)	495	6.0	100	18.52.26	18.55.31	19.3.49	—	12.5	1.25	—	—
Id. (1)	495	1.5	10	18.53.11	—	18.55.56	2.45	1.0	0.1	—	—
Stena (3)	676	5.7	50	18.55.0	18.57.30	19.6.0	11.0	26.0	0.325	WNW-ESE	SE
Pavia (1)	945	4.5	40	18.55.45	18.58.40	19.0.3	4.28	0.25	0.025	N-S	SE
Nicolaiw . . . . .	1623	Pendolo orizzontale		18.57.6	18.59.6	—	—	—	—	—	—

(1) Sismometrografo Brassart.  
 (2) Grande sismometrografo.  
 (3) Sismometrografo Vicentini.  
 (4) Grande sismometrografo a due velocità.  
 (5) Dai tromometri.