

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCXCVII.
1900

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME IX.

2° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1900

Le forze elettromotrici di queste combinazioni risultarono tutte molto piccole e non superiori a $\frac{1}{100}$ di Volt: ma entro questi limiti non sempre costanti.

Se, tenendoci ad una prima approssimazione, le riteniamo nulle senza altro, si avrà anche qui:

$$\text{sale} | L_1 - \text{sale} | L_2 = \text{Hg} | L_1 - \text{Hg} | L_2 = e_1 - e_2$$

e per conseguenza, sostituendo i valori di e , si hanno i seguenti risultati:

$$\begin{array}{ll} \text{sale} | L_1 - \text{sale} | L_2 = 0,016 & \text{sale} | L_1 - \text{sale} | L_4 = 0,053 \\ \text{sale} | L_1 - \text{sale} | L_3 = 0,042 & \text{sale} | L_1 - \text{sale} | L_5 = 0,054 \end{array}$$

Al solito, se si ritenesse come nulla l'ultima differenza di potenziale $\text{sale} | L_5$, per essere L_5 già molto concentrata, le singole differenze di potenziale risulterebbero determinate.

Anche qui la differenza di potenziale tra il sale solido e una sua soluzione risulta dello stesso segno, se non dello stesso valore numerico, di quella tra una soluzione più concentrata e una più diluita del sale stesso e del segno preveduto in principio.

4 Ho esaminato soltanto questi due sali, per i quali avevo a disposizione cristalli perfettamente compatti ed omogenei, come era necessario per le esperienze; da questi pochi casi risulterebbe dunque:

I. Esiste una differenza di potenziale tra un sale solido e una sua soluzione non satura.

II. Questa differenza di potenziale è dell'ordine di grandezza e del segno della differenza di potenziale tra una soluzione più concentrata e una meno concentrata del sale stesso.

Fisica terrestre. — Nuovo tipo di sismometrografo. Nota di G. AGAMENNONE, presentata dal Socio TACCHINI.

Questo strumento è in special modo destinato a registrare ed analizzare i piccolissimi movimenti del suolo che potrebbero sfuggire agli attuali sismometrografi dotati, come si sa, d'un ingrandimento piuttosto piccolo (circa 10 volte); e per questa ragione io lo denominerò *microsismometrografo*. Anch'esso è basato sull'impiego d'un pendolo verticale, ma naturalmente fornito d'una massa ancor più ragguardevole (kg. 500), allo scopo d'assicurarne la sensibilità, malgrado la grande moltiplicazione degli stili scriventi. Affine d'evitare principalmente il movimento di *nutazione* della massa, si è ritornati all'idea di fare agire il centro di gravità della stessa, precisamente come

in alcuni sismografi giapponesi, nel sismometrografo *Brassart* e nel mio pendolo sismografico a disco girante. Il principio su cui è basato il nuovo strumento è mostrato dall'annessa figura schematica 1, nella quale è ommesso a bella posta l'apparato registratore, a scopo di maggior chiarezza:

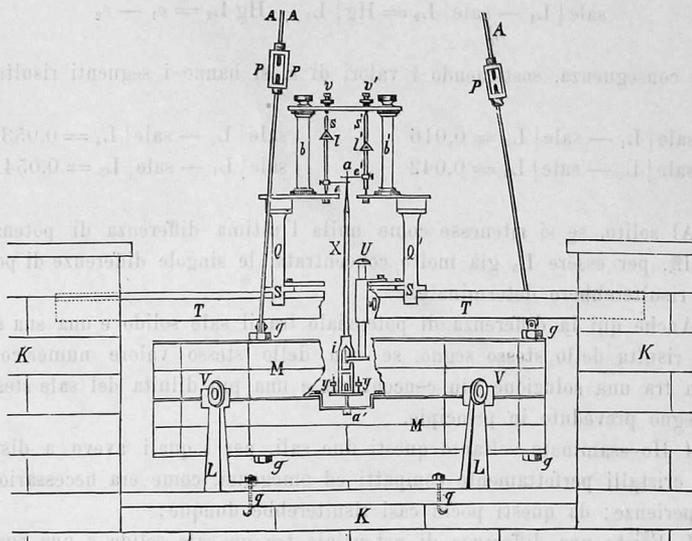


Fig. 1 (Scala: 1 a 10).

La massa pendolare *M*, della forma d'un cilindro assai appiattito e del diametro di 60^{cm}, si compone di quattro dischi di piombo, ciascuno de' quali è diviso in 12 settori, per facilitare la composizione e scomposizione della stessa massa. Tutti i 48 settori sono tenuti a posto da tre dischi di ferro, e collegati tra loro da tre chiavarde *g* e da altri perni interni che impediscono ogni spostamento dall'interno verso l'esterno. L'intera massa, del peso di kg. 500, sta sospesa a tre aste di ferro *A* le quali fanno capo, assai in alto, ad un'unica asta, e quest'ultima pende da una solidissima volta d'un locale a pianterreno. La lunghezza totale della sospensione è di circa 10 metri, di guisa che il periodo completo oscillatorio della massa arriva quasi a $6\frac{3}{4}$. Per portare la massa all'altezza voluta, e così pure per metterla in posizione orizzontale, in ciascuna delle tre aste di sospensione è intercalato un adatto congegno *p*. Al di sotto della massa *M* si trova una robusta croce di ferro le cui quattro estremità sono ripiegate ad angolo retto sotto forma di quattro colonne *L*; in testa ad ogni colonna si ha una vite *V*,

destinata a contenere i movimenti eccessivi della massa, in occasione di terremoti un po' sensibili, ed a misurare l'ingrandimento strumentale. Detta croce si trova solidamente fissata, mediante 4 chivarde g , al pilastro K in mattoni.

Al di sopra della massa M , ed a piccola distanza da essa, sono fissati alle due ali del pilastro K due piccoli travi T in ferro, paralleli tra loro ed in posizione orizzontale, destinati a sopportare l'apparato registratore mediante due traverse in ferro S . Dei tre dischi di ferro, componenti la massa, quello mediano è forato nel suo centro, al quale si trova corrispondere il pernio d'acciaio a' , ben cilindrico, avvitato ad una sbarretta piegata due volte ad angolo retto e fissata con due viti al disco di ferro. Questo pernio, che si trova così corrispondere approssimativamente al centro di gravità della massa M , è destinato ad agire come punto di reazione pei movimenti del suolo, in cui la massa stessa funge da *stazionaria*, ed è collegato alla leva verticale X , la quale penetra in buona parte nell'interno della massa mercè una larga apertura circolare, praticata nei due dischi di piombo ed in quello di ferro sovrastanti. La leva X , costituita superiormente d'un tubo d'alluminio, è sopportata da una punta d'acciaio i che sporge dall'estremità inferiore d'una colonna robusta U , fissata alla sua volta ad una sbarra, che si appoggia alle stesse traverse S , e dotata dei necessari movimenti di rettificazione mediante apposite viti. La leva X termina in basso con un dischetto d'ottone orizzontale che porta nel suo centro un piccolo foro, destinato a ricevere il pernio a' . Affinchè l'attrito sia insignificante nel punto di connessione della leva con il pernio, e d'altra parte si possa ridurre ad un minimo lo spazio nocivo, il foro anzidetto è costituito da tre coltelli in acciaio di forma circolare, disposti secondo i vertici d'un triangolo equilatero, e due de' quali sono fissi ed il terzo da spostarsi convenientemente. Infine, la leva X termina in alto con un piccolo pernio a in acciaio e ben cilindrico, destinato a penetrare in due asole, parimenti d'acciaio, e ed e' ad angolo retto tra loro, le quali costituiscono i bracci corti di due leve orizzontali, di cui parleremo tra poco. Le distanze della punta i dai perni a ed a' sono tali che la leva X moltiplica nel rapporto di 1 a 5 e può essere esattamente bilicata attorno alla punta i alzando ed abbassando tre piccoli contrappesi y a vite.

Al di sopra delle due traverse S si elevano due sostegni in ghisa Q e Q' , congiunti tra loro da solida sbarra in ferro, sulla quale sono fissate due colonnine b e b' , riunite in alto alla lor volta da altra sbarretta. Queste colonnine costituiscono così una specie di telaio, nel quale trovan posto gli assi di rotazione s ed s' in acciaio, poggianti in basso sopra due esili punte e penetranti in alto entro due forellini conici, che sono praticati nelle estremità inferiori di due viti v e v' , dotate di piccoli movimenti in due direzioni ortogonali tra loro. È per l'appunto sopra questi assi che sono fissate, in basso, le asole e ed e' ed in alto gli stili orizzontali l ed l' , visti di

faccia, costituiti di sottilissime lamine d'alluminio piegate opportunamente sotto forma d'una specie di V per offrire la massima resistenza in tutti i sensi, affinchè non possano vibrare per loro conto, in occasione di scosse, e specialmente in un piano orizzontale. La lunghezza di questi stili è tale che per rapporto ai bracci corti e ed e' , dà una moltiplicazione di circa 13 volte. Per conseguenza le loro estremità ingrandiscono 65 volte i movimenti del pernio a' , tenuto conto della moltiplicazione di 1 a 5 della leva verticale X .

Per dare un'idea dell'entità dell'inerzia che presentano al movimento tutte queste leve, dirò che quella verticale X è lunga circa 30^{cm} ed ha un peso di gr. 22, comprese tutte le viti di rettifica, mentre ciascuna delle due orizzontali l ed l' , compreso il relativo prolungamento posteriore λ e λ' (fig. 2), è lunga 75^{cm} e non arriva al peso di gr. 20, tenuto conto degli stessi assi di rotazione s ed s' , delle pennine ad inchiostro e degli aghi che scrivono alle estremità di ogni leva. Così che se si prenda in considerazione il movimento della massa M secondo una direzione parallela ad una delle due asole e ed e' , si avrebbe da spostare una quarantina di grammi con un peso di 500 kg., ciò che dà il rapporto di uno a 12500 tra la massa pendolare e quella complessiva della leva verticale e di una di quelle orizzontali.

Passiamo ora a descrivere l'apparato registratore, costruito completamente secondo i criteri già da me esposti in altra Nota precedente (1). Il medesimo consiste effettivamente in due registratori distinti: l'uno destinato a ricevere la registrazione ad inchiostro su carta bianca, dotata di piccola velocità; l'altro pronto a ricevere la registrazione a grande velocità sopra carta affumicata, al sopraggiungere d'una scossa di terremoto. La disposizione di questi due registratori, per rispetto allo strumento ed alle leve moltiplicatrici, si vede nella fig. 2, nella quale l'apparecchio è visto di fianco e le stesse lettere indicano le stesse parti già descritte nella fig. 1.

Il registratore ad inchiostro ed a piccola velocità è quello che si vede sul davanti della figura, fissato a due cosciali B , che direttamente poggiano sulle due traverse S . Si compone d'un cilindro c orizzontale, il quale ruota su se stesso per effetto d'un movimento d'orologeria, posto nell'interno, e mosso da un peso motore che tende il filo t . La rotazione del cilindro c unita a quella del rullo m , che preme sul primo, ha per effetto di fare avanzare, nel senso della freccia, la zona di carta bianca Z , la quale si svolge man mano dal rotolo di provvista R e passa sopra una specie di piattaforma soprastante al cilindro c . È precisamente sopra la porzione della striscia di carta, sufficientemente tesa sopra questa piattaforma, che scrivono le due leve orizzontali l ed l' mediante pennine ad inchiostro, delicatamente bilicate.

(1) *Sopra un sistema di doppia registrazione negli strumenti sismici.* Rend. della R. Acc. dei Lincei, ser. 5^a, vol. VIII, 1^o sem., pag. 202, seduta del 19 febbraio 1899.

La piattaforma è mobile in senso trasversale allo scorrimento della zona di carta, e ad ogni mezz'ora subisce un lievissimo spostamento laterale, attirata dall'elettro-calamita h' , la quale è rilegata elettricamente ad un cronometro di marina, convenientemente ridotto per tale bisogna. Si comprende quindi come ad ogni mezz'ora le due pennine lascino un piccolo dente che

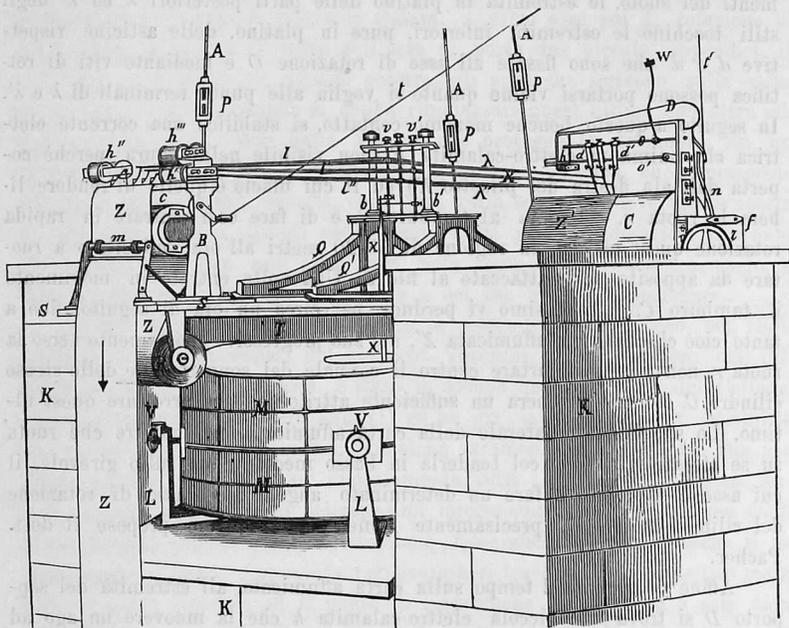


FIG. 2 (Scala: 1 a 8).

permette di calcolare, senza tener conto della parallasse, le ore esatte delle varie fasi d'un dato sismogramma. Perchè il calcolo sia ancor più esatto e facilitato, v' è una pennina speciale che scrive sul bordo a sinistra della carta e viene spostata ad ogni minuto dall'elettro-calamita h'' , rilegata pure elettricamente allo stesso cronometro. La velocità oraria della carta è costantemente di 40^{cm} , di modo che ogni decimo di millimetro sulla carta corrisponde a più di un minuto secondo in tempo.

Il registratore a grande velocità si trova a destra della figura ed è portato da un robusto braccio di ferro a gomito, fissato al posteriore dei due travi T . Si compone d'un cilindro orizzontale C in alluminio, del diametro

di circa 15^{cm} e lungo 30^{cm} sul quale, a somiglianza di quanto si fa nel microsismografo *Vicentini*, è posta a cavalcioni una striscia di carta laccata Z , affumicata, chiusa in se stessa, e spostata appositamente tutta da una parte, come si osserva nella figura. Questa carta affumicata però, a differenza di quanto avviene nel microsismografo *Vicentini*, sta ordinariamente immobile, essendo destinata ad entrare in rapido movimento solo al sopraggiungere d'una scossa di terremoto: vale a dire quando, in seguito ai primi movimenti del suolo, le estremità in platino delle parti posteriori λ ed λ' degli stili tocchino le estremità inferiori, pure in platino, delle asticine rispettive d e d' che sono fissate all'asse di rotazione O e mediante viti di rettificazione possono portarsi vicine quanto si voglia alle punte terminali di λ e λ' . In seguito a questo, benchè menomo contatto, si stabilisce una corrente elettrica che anima un'elettro-calamita E (non visibile nella figura, perchè coperta dall'ala destra del pilastro K) ed il cui ufficio è quello di rendere libera la ruota r , collegata al tamburo C , e di fare così entrare in rapida rotazione quest'ultimo, in ragione di 15-20 metri all'ora, sollecitato a ruotare da apposito peso attaccato al filo t' . Una volta entrato in movimento il tamburo C , il medesimo vi perdura per circa un'ora di seguito, fino a tanto cioè che la carta affumicata Z' , nel suo progressivo spostamento verso la ruota r , non venga ad urtare contro il cosciale del supporto D e dello stesso cilindro C , ciò che ingenera un sufficiente attrito per fare arrestare quest'ultimo. Lo spostamento laterale della carta affumicata, nel mentre che ruota su se stessa, si ottiene col tenderla in basso mediante un rullo girevole, il cui asse è obbligato a fare un determinato angolo con l'asse di rotazione del cilindro-motore C , precisamente come per il primo propose il dott. Pacher.

Affine di segnare il tempo sulla carta affumicata, all'estremità del supporto D si trova una piccola elettro-calamita h che fa muovere un ago ad ogni minuto, precisamente nello stesso modo che fa l'altra h'' sul registratore ad inchiostro ed a piccola velocità; ed a tale effetto le due anzidette elettro-calamite si trovano intercalate nello stesso circuito elettrico che vien chiuso ad ogni minuto nel cronometro. Interessa anche conoscere il momento preciso in cui la carta affumicata Z' si pone in moto, e ciò si può ottenere in due maniere differenti: e cioè col far porre in marcia un orologio sismoscopico, fermo sulle XII e che si trova, non visto nella figura, dietro l'ala destra del pilastro K , nell'istante stesso in cui la ruota r perde la sua immobilità in seguito all'attrazione dell'elettro-calamita E ; ed inoltre col far deviare un'apposita pennina, che scrive sull'altro bordo della zona bianca a piccola velocità, mediante l'elettro-calamita h''' , la quale viene animata, subito dopo, dalla stessa corrente elettrica che ha agito sull'elettro-calamita E . Ad impedire poi che gli aghi scriventi vengano ad urtare contro le asticine d e d' , dopo effettuati il contatto elettrico, quest'ultime sono imme-

diatamente allontanate dalla leva n , collegata all'ancora dell'elettro-calamita E mediante il tirante f , e non possono più tornare indietro a causa d'equilibrio instabile in cui si mantiene appositamente l'asse di rotazione o , bilicato in modo conveniente dal contrappeso W . L'orologio sismoscopico, che si pone in marcia allo scattare del meccanismo della grande velocità, viene poi utilizzato per far agire ad ogni minuto una suoneria elettrica, destinata a chiamare a qualsiasi distanza l'osservatore presso lo strumento; e ciò mediante l'immersione, ad ogni rivoluzione, della sfera dei minuti secondi in un'apposita vaschetta di mercurio isolata. L'altro asse poi di rotazione o' che si vede un po' al di sotto dell'asse o , porta due piccole appendici, il cui ufficio è di sollevare, quando occorra, gli aghi che scrivono sulla carta affumicata Z' , specie quando si debba rimpiazzare quest'ultima con altra già pronta. Infine, al di fuori della vetrina che protegge lo strumento, sta un interruttore che serve ad interrompere la corrente elettrica, che soprassiede allo scatto della grande velocità, ogni qual volta la vetrina deve essere aperta per qualsiasi ragione. Questi pochi cenni, uniti alle considerazioni che ebbi già occasione di fare nell'altra mia Nota sopra citata, varranno, spero, a dare un'idea concreta dello strumento e del suo modo di funzionare.

Questo microsismometrografo, che fu costruito sul principio del 1899 grazie ai mezzi concessi dal ch. prof. Tacchini, allora direttore dell'Uff. Centr. di Met. e Geodinamica, è stato in azione nei sotterranei del Collegio Romano per quasi un intero anno ⁽¹⁾ ed ha già dato prova della sensibilità che si attendeva dal medesimo; dappoichè raramente si è verificato che non abbia registrato più o meno distintamente tutti i terremoti d'origine lontana, indicati non solo dai delicatissimi microsismografi *Vicentini*, ma dagli stessi pendoli orizzontali a registrazione fotografica. Di più, sebbene il pilastro su cui è fissato l'apparato registratore si trovasse a circa quattro metri sotto il piano stradale ed il punto di sospensione del pendolo a soli dieci metri dalla massa, attaccato ad una volta reale d'un locale a pianterreno che corrisponde dalla parte del cortile del solidissimo edificio del Collegio Romano, pur tuttavia in certi speciali giorni di perturbazione atmosferica lo strumento mostrava, anche per intere giornate, un'agitazione continua, comportandosi come un vero tromometro; e non è da tacere che l'intero apparato era protetto dall'agitazione dell'aria da speciale custodia. Inoltre la posizione del pendolo cambiava assai sensibilmente dal giorno alla notte per effetto, senza dubbio, delle variazioni di temperatura nei muri; e ciò anzi rendeva assai difficile di mantenere, per molte ore di seguito, una distanza piccolissima tra le punte di platino, destinate ad iniziare, col loro contatto,

(1) È stato smontato e ripulito nel marzo di quest'anno per essere inviato, insieme ad altri strumenti sismici dell'Uff. Centr. di Met. e Geod., all'Esposizione mondiale di Parigi, nel riparto del Ministero d'Agricoltura, Ind. e Comm. italiano. Il costruttore ne è stato, sotto la mia direzione, il sig. L. Fascianelli, meccanico del detto Ufficio.

il movimento della carta affumicata. Bastava poi camminare sopra il tavolato, costruito appositamente attorno al pilastro senza toccarlo, per vedere entrare in sensibilissima oscillazione gli stili scriventi. Infine, lo strumento non mancava d'accusare il passaggio dei carri sulla strada, ad una distanza d'una quindicina di metri, specialmente quando l'ingrandimento era sul principio da 1 a 100; ragione precipua per cui la moltiplicazione fu ridotta ad un valore quasi metà. Malgrado dunque la registrazione degli stili sopra due registratori indipendenti, ciò che deve far ritenere questo microsismometrografo come due strumenti distinti che utilizzano la stessa massa, la sensibilità era soddisfacentissima, tenuto conto della forte moltiplicazione e del raddoppio degli attriti nella parte scrivente.

Certo, questa sensibilità non può sostenere il confronto specialmente con quella, veramente straordinaria, degli ultimi modelli di microsismografo, costruiti con tanto zelo e competenza dal prof. Vicentini, nei quali pur non rinunciandosi a masse non meno ragguardevoli, s'è continuato ad adottare, per le varie leve, dimensioni e pesi addirittura insignificanti. Ma chiunque abbia avuto occasione di vedere da vicino un microsismografo, o per lo meno di studiarne la costruzione ne' suoi particolari, non potrà a meno di concludere, pur ammirando l'abilità dell'inventore, che piuttosto che con un vero sismografo s'ha da fare con un sismoscopio estremamente sensibile, il quale non può fornire di ben sicuro che il principio e la fine d'una perturbazione sismica ed il periodo delle sole oscillazioni lente del suolo in occasione di terremoti lontani. I movimenti piuttosto rapidi del terreno sono in esso difficili ad essere misurati, a causa della lunghezza troppo piccola del pendolo; e quand'anche detta lunghezza fosse notevolmente aumentata, la stessa difficoltà rimarrebbe insoluta per la velocità insufficiente di scorrimento della zona di carta, fosse pure di 120^{cm} all'ora, quale è stata ultimamente adottata dal Vicentini.

Come poi assai distesamente ha mostrato il Landi ⁽¹⁾, la disposizione e le dimensioni delle varie leve del microsismografo *Vicentini* sono tali da produrre enormi deformazioni nei sismogrammi che si ottengono in occasione di scossette un po' sensibili; e non è a dire quando ciò renda tante volte più difficile la retta interpretazione dei tracciati e tanto più lungo e penoso il lavoro per l'analisi del moto effettivo del suolo ⁽²⁾. È per l'appunto allo scopo di voler diminuire in gran parte tali inconvenienti, pur essendo disposto a sacrificare in cambio un po' di sensibilità del mio strumento, che nel medesimo io ho espressamente adottato leve orizzontali relativamente lunghe

⁽¹⁾ *Alcune considerazioni sopra un Microsismografo a due componenti*. Rivista Scientifica di G. Vimercati. Anno XXX, aprile 1898, pag. 92.

⁽²⁾ La Memoria del dott. Gnesotto dal titolo: *Sull'impiego del microsismografo a due componenti* ecc. (Atti del R. Istit. Veneto di sc., lett. ed arti. T. LVII, 1898-99, pag. 289) la quale s'occupa precisamente delle varie correzioni da apportare alle indica-

(quasi 40^{cm}) per evitare che le pennine, fisse ai loro estremi, si muovessero in cerchi di raggio troppo piccolo; di più s'è data sufficiente lunghezza (3^{cm}) ai bracci corti di dette leve (1), affine di evitare, in terremoti un po' sensibili, una variazione troppo pronunciata nell'ingrandimento delle stesse e nell'angolo che fanno tra loro le asole, costituenti appunto i bracci corti, angolo che deve sensibilmente rimanere di 90°. Nel mio caso poi, ho dovuto dare dimensioni alquanto notevoli anche alla leva verticale, per far sì che la medesima penetrasse fino al centro di gravità della massa pendolare. Tutto ciò ha naturalmente obbligato ad aumentare sensibilmente il peso delle leve, per quanto si sia avuta cura di costruirle in alluminio e sotto forma conveniente, per impedire vibrazioni dannose. Queste cautele hanno avuto di mira di rendere più veritiere le indicazioni ottenute dallo strumento in occasione di scossette, anche alquanto sensibili, senza dover ricorrere a correzioni per ottenere la vera direzione e la vera ampiezza del movimento sismico. Salta poi agli occhi la convenienza di dare al pendolo una lunghezza piuttosto ragguardevole, quando ciò si possa fare senza compromettere la stabilità dello strumento, e di ottenere in questo la registrazione anche a grande velocità allo scopo di poter analizzare, come si conviene, il movimento del suolo e non confonderlo con quello dovuto alla massa pendolare.

A questo stesso microsismometrografo è stata aggiunta recentemente una 2^a massa di piombo (Kg. 200) sospesa secondo il principio dell'*Eving*, allo scopo di renderla *stazionaria* in presenza di moti verticali. Malgrado l'entità della massa, ho potuto facilmente ottenere per la medesima un periodo oscillatorio completo di 8^s. Mediante opportune leve in alluminio, il moto della massa o del suolo in senso verticale è moltiplicato circa 50 volte e viene registrato coll'aiuto d'un 3° stilo (ν''' e λ''' , visibile nella figura 2^a) sopra gli stessi registratori già descritti. Mi riservo per altra volta di far conoscere ne' suoi particolari la costruzione ed il modo di funzionare di questa parte dello strumento, destinata alla misura della componente verticale.

zioni del microsismografo *Vicentini*, e che forse è stata ispirata dalle critiche mosse dal Landi, sta appunto a confermare la giustezza di queste considerazioni.

A mio parere, poi, sono da farsi le debite riserve circa la convenienza di servirsi di detto apparecchio per uno studio sistematico sulla deviazione apparente del filo a piombo, come propone il Gnesotto, e ciò tanto per la poca solidità delle leve costituenti l'apparato registratore, quanto per l'effetto dannoso che può arrecare una benchè piccola rotazione su sè stessa della leva verticale, tenuto conto dell'enorme difficoltà che si presenta in pratica di fare stare in linea retta, per semplice costruzione e senza alcuna vite di rettifica, il punto di rotazione della leva e le due estremità della medesima.

(1) Da ciò è derivato che mentre nel microsismografo *Vicentini* presenta un forte ingrandimento (1 a 20) la leva verticale ed uno lieve (1 a 5) ciascuna delle due orizzontali, nel mio strumento si verifica quasi il contrario. È da notare tuttavia che un piccolo spazio nocivo che si verificasse all'estremo superiore della leva verticale sarebbe meno dannoso nel 1° sistema.