

# L'INGEGNERIA CIVILE

E

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.  
È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

### RESISTENZA DEI MATERIALI

#### ESPERIENZE

SULLA

#### ELASTICITÀ DI TALUNI CALCARI DELLA SICILIA

**eseguite nel Laboratorio di Meccanica**

**applicata alle costruzioni**

**della R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri  
in Palermo**

Il nuovo indirizzo che ha preso, in questi ultimi tempi, la scienza delle costruzioni, riguardo alle grandi opere in muratura, come archi da ponte, cupole, dighe di ritenuta, ecc., di considerare, cioè, i materiali lapidei, quali essi effettivamente sono, vale a dire, dotati di quelle proprietà elastiche comuni a tutti i corpi della natura, e di ricavare quindi gli sforzi interni, cui vanno soggetti, in base alla teoria elastica dei corpi solidi, richiede che si proceda allo studio sperimentale di questi materiali, sia per vedere come si comportano sotto l'azione delle forze esterne, sia anche per determinare certi coefficienti che sono di grande utilità nei calcoli.

Questo studio sperimentale, che oggidì, grazie alla perfezione ed alla sensibilità dei mezzi di misura, che si adoperano, si può condurre con grande esattezza, è stato già intrapreso ed eseguito da egregi scienziati italiani e stranieri sui materiali lapidei di diverse regioni (\*).

In Sicilia non si era fatto ancor nulla in proposito, perchè l'Istituto di costruzioni, annesso alla nostra R. Scuola di Applicazione, l'unico cui avrebbero potuto essere affidati lavori di tal genere, mancava dei mezzi opportuni; oggi però, grazie alla solerzia ed all'attività del chiarissimo Direttore di esso, prof. ing. G. Salemi-Pace, si è fornito di nuove e moderne macchine, e, fra le altre, di un apparecchio a specchi Bauschinger per la misura delle deformazioni elastiche dei provini verticali.

Colla presente Nota e con altre che, spero, faranno seguito ad essa, mi propongo di far conoscere alcune mie esperienze

(\*) V. i pregevoli lavori del BAUSCHINGER (*Mittheilungen des mechanisch-techn. Laboratoriums der kgl. techn. Hochschule, München*), del DURAND-CLAY (« Ann. des Ponts et Chaussées », 1888), dell'HARTIG (« *Civilingenieur* », 1893 e 1894), del BACH (« *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* », 1896 e 1897), del GUIDI (« Ann. della Società degli Ingegneri e degli Architetti italiani », 1895; « *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino* », 1899-1900; « *Memorie della stessa Accademia* », 1901) e « *L'Ingegneria Civile* », 1903, fasc. 5°.

sulle pietre della Sicilia dal punto di vista della loro elasticità, mentre, per quanto riguarda la loro resistenza allo schiacciamento, esse sono state già largamente studiate (\*).

Le esperienze, che presento, sono state eseguite tutte alla compressione sopra tre tipi di rocce calcari delle vicinanze di Palermo, cioè a dire: calcare compatto di Montepellegrino (tironio); calcare compatto, leggermente argilloso, di Billiemi (giurassico superiore); calcare compatto magne-siaco di Roccadifalco (triassico).

\*

I provini avevano la forma di prismi retti a sezione quadrata, di 5 centimetri circa di lato per i primi due tipi, e di cm. 4,5 per l'ultimo. La loro lunghezza era di cm. 15, ma il tratto su cui si sono misurati gli accorciamenti era lungo solo cm. 12,5.

Essi sono stati cimentati verticalmente in un'antica macchina a leva di questo Istituto (\*\*), che si è preferita, per questo genere di esperienze, a quella più moderna di Mohr e Federhaff, perchè permette di realizzare un carico costante per tutto quel tempo che si vuole.

Gli accorciamenti sono stati misurati con un apparecchio a specchi Bauschinger per provini verticali, costruito appositamente per quest'Istituto dal meccanico signor C. Klebe di Monaco (Baviera); esso è munito di due specchi e quindi due cannocchiali e due scale per eseguire la lettura su due fibre opposte del provino e permette, quando si lavora con una certa accuratezza, di apprezzare variazioni di lunghezza che vanno fino al decimillesimo di millimetro (\*\*\*) .

Per collocare a posto il provino si segnavano prima sulle sue faccie delle mediane longitudinali, e si procurava poi per mezzo di fili a piombo di fare in modo che i due piani me-

(\*) Cf. G. SALEMI-PACE, *Determinazione sperimentale delle costanti specifiche delle pietre da costruzione della Sicilia* (« *Atti del Coll. degli Ing. e Arch.* ». Palermo, 1880 e 1890). — Id., *Di taluni saggi sulla resistenza delle pietre alla compressione* (« *Atti del Coll. degli Ing. e Arch.* ». Palermo, 1894). — Id., *Esperienze sui materiali da costruzione* (Comunicazione al Coll. degli Ing. e Arch. Palermo, 1898). — Id., *Resistenza delle pietre alla compressione sotto l'influenza di sostanze elastiche tra le superficie compresse* (« *Atti del Coll. degli Ing. e Arch.* ». Palermo, 1901).

(\*\*) La descrizione dettagliata di questa macchina con tavola illustrativa si trova nella prima delle Memorie del professore G. Salemi-Pace, più sopra citata.

(\*\*\*) Per la descrizione e l'uso di questo apparecchio, vedi: C. BACH, *Elasticität und Festigkeit*. Berlin, 1898. — A. MARTENS, *Handbuch der Materialienkunde*. Berlin, 1898.

diani passassero per l'asse del punzone che trasmette lo sforzo. In tal maniera si raggiungeva con una prima approssimazione la condizione di centramento, la quale poi veniva corretta facendo gravare un po' la leva ed eseguendo delle letture su entrambi gli specchi. Se queste davano per la contrazione valori uguali, si poteva ritenere che il provino fosse centrato abbastanza bene rispetto allo sforzo, in caso contrario bisognava spostarlo con piccoli colpi verso quella parte dove la fibra si era maggiormente contratta. Operando in tal modo, si poteva arrivare per tentativi ad ottenere che gli accorciamenti accusati dai due specchi fossero quasi uguali o differissero tutto al più di due divisioni della scala, vale a dire, di circa 2/1000 di millimetro.

Del resto, in tutto questo procedimento, ho potuto constatare che quando per un certo spostamento che si dava al provino, la contrazione accusata da uno degli specchi diminuiva, quella accusata dall'altro cresceva di una quantità eguale, e questo fatto, oltre di andare d'accordo colla teoria, la quale presuppone che la sezione retta, per lo meno entro certi limiti, resti sempre piana dopo la deformazione, permetteva di potermi contentare del centramento del provino, anche quando le letture alle due scale non accusassero delle contrazioni perfettamente eguali, il che non è sempre possibile di raggiungere con esattezza.

Per eseguire un'esperienza, collocato a posto il provino, si è cominciato a caricare con carichi crescenti di 3000 in 3000, o di 4000 in 4000 chilogrammi (\*), ritornando ogni volta a zero, come consiglia il Bach, allo scopo di eliminare le deformazioni permanenti. Per ogni carico, ho ritenuto sufficiente eseguire due alternative: così, per esempio, caricato il provino a 4000 chilogrammi, si è fatta la prima lettura, indi si è scaricato e si è eseguita una seconda lettura, poi si è portato nuovamente a 4000, indi a zero, poi a 8000, a zero, ecc., e così di seguito fino ai carichi più alti, segnando ogni volta le letture eseguite sulle due scale. Per contrazione elastica corrispondente a un dato carico si è presa la differenza fra la lettura che si aveva quando il provino era sotto quel carico e quella che si otteneva quando esso veniva completamente scaricato.

Queste differenze, tanto per l'uno che per l'altro specchio, sono state corrette da certi errori strumentali, ed in specie da quello proveniente dal fatto d'aver sostituita la tangente all'arco. Indi per ogni carico si è eseguita la media delle due letture corrispondenti, e queste medie che rappresentavano in millesimi di millimetro gli accorciamenti elastici subiti dal provino in un tratto di cm. 12,5 di lunghezza, si trovano calendate accanto ai carichi relativi nella seconda colonna del Quadro I, il quale riassume i risultati delle esperienze eseguite.

\*

In questo primo studio non mi sono occupato delle deformazioni permanenti, perchè esse per la piccola lunghezza

(\*) Nelle prime esperienze ho fatto variare il carico di 3000 in 3000 chilogrammi, ma poi ho visto che si poteva far crescere anche di 4000 kg.

del provino non si delineavano molto nettamente, pur tuttavia ho potuto constatare che tali deformazioni, affatto trascurabili per carichi piccoli, non raggiungevano che 1/100 o 2/100 della deformazione elastica nel caso di carichi più forti.

Mi sono quindi occupato esclusivamente delle deformazioni elastiche ottenute nel modo poc'anzi accennato, ed ho constatato che esse non sono generalmente proporzionali ai carichi, come esigerebbe la legge di Hooke.

Nel Quadro I, accanto alle deformazioni elastiche osservate, ho posto quelle che si sarebbero dovute avere, nel caso che fosse stata soddisfatta la legge di Hooke, ed in una colonna successiva la differenza fra questi valori e i primi.

Da un'ispezione sommaria si vede che tali differenze crescono in modo regolare col carico. In due sole esperienze (V. Quadro I: Provino n. 4 e n. 5) ho trovato che esse non seguono alcuna legge, sono molto piccole e rientrano nell'ordine di grandezza degli errori possibili; è da ritenere quindi che in questi due casi si sia esattamente verificata la legge di proporzionalità.

In generale però occorre trovare un'espressione analitica che rappresenti la legge di variazione della contrazione lineare unitaria in funzione dello sforzo unitario; e tra le formule empiriche più rispondenti allo scopo, quella che si presta meglio è la

$$\varepsilon = \alpha \sigma^n \quad (1)$$

suggerita dal Bach (\*), dove  $\varepsilon$  è la dilatazione o contrazione lineare unitaria,  $\sigma$  il carico unitario,  $\alpha$  ed  $n$  due coefficienti che si ricavano dall'esperienza.

Questa formola, oltre che si adatta assai bene a rappresentare la legge di variazione suddetta, la qual cosa si può rilevare osservando il Quadro I, dove accanto ai valori di  $\varepsilon$  dati dalla misura diretta si trovano quelli dedotti dalla (1), ha anche il vantaggio di prestarsi a rappresentare tutti i casi possibili e dare subito un'idea del modo di comportarsi del materiale.

Diffatti il coefficiente  $n$  per le pietre differisce ordinariamente poco dall'unità, e si può dire che quanto minore è la differenza  $1 - n$ , tanto più la legge di variazione si avvicina a quella di Hooke, la quale viene perfettamente verificata nel caso di  $n = 1$ .

Se si rappresenta graficamente la (1) prendendo come ascisse le  $\varepsilon$  e come ordinate le  $\sigma$  (fig. 49), è chiaro che in quest'ultimo caso si ha una retta, mentre per  $n$  diverso da 1 si ha sempre una curva, la quale rivolge la sua concavità verso l'asse delle deformazioni o degli sforzi, secondochè è  $n > 0 < 1$ .

Il coefficiente  $\alpha$  poi rappresenta in maniera approssimata l'inverso del coefficiente di elasticità  $E$ , che comunemente si usa nei calcoli della pratica; nel caso di  $n = 1$  si ha esattamente:

$$E = \frac{1}{\alpha}$$

(\*) Vedi C. BACH, loc. cit.

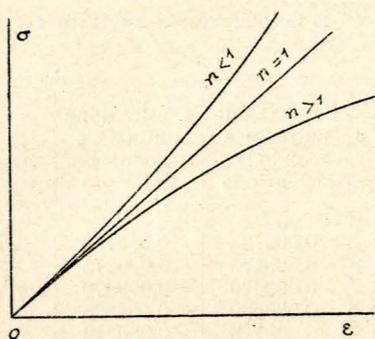


Fig. 49.

ma, quando, come generalmente avviene, è  $n$  diverso da 1, non si può dire che vi sia un vero e proprio coefficiente d'elasticità, perchè questo è variabile continuamente col carico. Se OA (fig. 50) è la curva che ci rappresenta la legge di va-

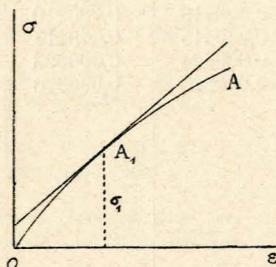


Fig. 50.

riazione fra  $\varepsilon$  e  $\sigma$ , si può ancora definire il coefficiente d'elasticità del materiale in un punto  $A_1$ , corrispondente cioè ad un dato carico  $\sigma_1$ , come il limite verso cui tende il rapporto fra l'incremento dello sforzo e l'incremento corrispondente della dilatazione o contrazione lineare in quel punto, vale a dire, come la derivata di  $\sigma$  rispetto ad  $\varepsilon$ , allo stesso modo come in meccanica si definisce la velocità nel moto vario.

Questo coefficiente, che denoterò colla lettera  $E_i$  e chiamerò *coefficiente istantaneo di elasticità*, assunta la (1) come legge di variazione, è dato dalla:

$$E_i = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} = \frac{1}{\alpha n \sigma^{n-1}}. \quad (2)$$

In pratica potrebbe però essere più utile un altro coefficiente ricavato in una maniera un po' differente.

Supponiamo di sostituire idealmente al materiale in parola un altro che si deformi seguendo esattamente la legge di proporzionalità, ma in modo che, quando il carico abbia raggiunto un valore qualsiasi  $\sigma$ , la sua dilatazione o contrazione lineare sia eguale a quella che subisce effettivamente sotto lo stesso carico il materiale che si deforma secondo la (1).

Detto  $E_m$  il coefficiente di elasticità del primo, si deve avere quindi per un certo carico  $\sigma$ :

$$\frac{\sigma}{E_m} = \alpha \sigma^n,$$

donde

$$E_m = \frac{1}{\alpha \sigma^{n-1}}. \quad (3)$$

Chiamerò  $E_m$  il *coefficiente di elasticità medio* (\*) del materiale corrispondente al carico  $\sigma$ .

Come si vede, il coefficiente di elasticità medio è eguale a quello istantaneo moltiplicato per  $n$ , cioè a dire:

$$E_m = n E_i.$$

Ammissa la (1) come legge di variazione tra  $\varepsilon$  e  $\sigma$ , occorre determinare per ogni provino i due coefficienti  $\alpha$  ed  $n$ .

Diciamo  $\varepsilon_0$  il primo dei valori di  $\varepsilon$ , cioè quello corrispondente al carico più basso  $\sigma_0$ , ed  $\varepsilon_1$  l'ultimo, cioè quello corrispondente al carico più alto  $\sigma_1$ , avremo:

$$\varepsilon_0 = \alpha \sigma_0^n,$$

$$\varepsilon_1 = \alpha \sigma_1^n,$$

e quindi

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0} = \left( \frac{\sigma_1}{\sigma_0} \right)^n,$$

donde

$$\log \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0} = n \log \frac{\sigma_1}{\sigma_0},$$

ed infine

$$n = \frac{\log \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0}}{\log \frac{\sigma_1}{\sigma_0}}.$$

Siccome poi nelle esperienze  $\sigma_1$  è ordinariamente un multiplo esatto di  $\sigma_0$ , detto  $k$  il rapporto  $\frac{\sigma_1}{\sigma_0}$ , sarà:

$$n = \frac{\log \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0}}{\log k}. \quad (4)$$

Questa è la formola con cui ho calcolato per ogni esperienza il valore di  $n$ .

In quanto ad  $\alpha$ , esso può calcolarsi in base ad un valore qualsiasi di  $\varepsilon$ , difatti si ha dalla (1):

$$\alpha = \frac{\varepsilon}{\sigma^n}, \quad (5)$$

la quale si presta abbastanza bene al calcolo logaritmico.

Le differenze che si possono avere in  $\alpha$ , sostituendo nella (5) l'uno o l'altro valore di  $\varepsilon$  e il corrispondente  $\sigma$ , sono affatto trascurabili; nei miei calcoli ho adoperato sempre il primo valore di  $\varepsilon$ .

I valori di  $\alpha$  ed  $n$  si trovano elencati nell'ultima colonna del Quadro I.

\*

Per ogni provino ho calcolato pure il coefficiente di elasticità istantaneo  $E_i$  ed il medio  $E_m$ , corrispondenti a due

(\*) Qualche autore, non curandosi affatto del coefficiente  $E_i$ , dà senz'altro ad  $E_m$  il nome di coefficiente istantaneo. A me sembra più opportuno di lasciare questa denominazione ad  $E_i$ , che rappresenta il coefficiente di elasticità nell'istante, in cui il carico ha un determinato valore, supponendo che in quell'istante il corpo segua la legge di Hooke, il che al limite è vero.

## QUADRO I.

Risultati delle esperienze eseguite sui diversi provini. Coefficienti  $\alpha$  ed  $n$  della formola adottata  $\varepsilon = \alpha \sigma^n$  (1).

NB. — Le unità adottate sono il kg. e il cmq.

Num. d'ordine e denominazione della pietra	Carico totale	Contrazione osservata in 1/1000 di mm.	Contrazione secondo la legge di Hooke	Differenza	Carico unitario $\sigma$ in kg. per cmq.	Contrazione unitaria $\varepsilon$ secondo l'osservazione	Contrazione unitaria $\varepsilon$ dedotta dalla (1)	Risultati ed osservazioni
PROVINO N. 1. <i>Calcarea compatto di Montepellegrino</i> (cava Belmonte) $F = 5,056 \times 4,956$ = cmq. 25,057	3 000	16,7	16,7	0	119,72	0,000133	0,000133	$\alpha = \frac{1}{1107745}$ $n = 1,044$
	6 000	34,6	33,4	-1,1	239,44	0,000276	0,000275	
	9 000	52,6	50,1	-2,5	359,16	0,000420	0,000420	
	12 000	71,2	66,8	-4,4	478,88	0,000569	0,000568	
	15 000	89,8	83,5	-6,3	598,60	0,000718	0,000716	
	17 000	102,2	94,5	-7,7	677,61	0,000817	0,000817	
PROVINO N. 2. <i>Calcarea compatto di Montepellegrino</i> (cava Porti e fari) $F = 5,018 \times 4,974$ = cmq. 24,959	4 000	28,6	28,6	0	160,26	0,000228	0,000228	$\alpha = \frac{1}{621680}$ $n = 0,976$ Si è calcolato $n$ in base al primo e al quarto valore di $\varepsilon$ , perchè il quinto è poco attendibile.
	8 000	55,8	57,2	1,4	320,52	0,000446	0,000450	
	12 000	83,5	85,8	2,3	480,78	0,000668	0,000669	
	16 000	110,6	114,4	3,8	641,04	0,000884	0,000884	
	20 000	137,7	143,0	5,3	801,30	0,001101	0,001101	
	22 000	152,5	157,3	4,8	881,43	0,001220	0,001209	
PROVINO N. 3. <i>Calcarea compatto di Montepellegrino</i> (ricavato dallo stesso blocco del precedente) $F = 5,026 \times 5,011$ = cmq. 25,188	4 000	26,3	26,3	0	158,62	0,000210	0,000210	$\alpha = \frac{1}{713570}$ $n = 0,989$
	8 000	51,9	52,6	0,7	317,24	0,000415	0,000417	
	12 000	78,1	78,9	0,8	475,86	0,000624	0,000623	
	16 000	103,6	105,2	1,6	634,48	0,000828	0,000828	
PROVINO N. 4. <i>Calcarea compatto di Billiemi</i> (cava Tomasino Sole) $F = 5,036 \times 5,043$ = cmq. 25,402	3 000	17,5	17,54	0	—	—	—	$\alpha = \frac{1}{841280}$ $n = 1$ Siccome le differenze non seguono alcuna legge e restano entro i limiti dei possibili errori di osservazione, è da ritenere che sia verificata la legge di Hooke.
	6 000	34,9	35,0	+0,1	—	—	—	
	9 000	52,2	52,6	+0,4	—	—	—	
	12 000	70,0	70,1	+0,1	—	—	—	
	15 000	87,5	87,7	+0,1	—	—	—	
	18 000	104,9	105,2	+0,3	—	—	—	
	24 000	140,3	140,3	0	—	—	—	
PROVINO N. 5. <i>Calcarea compatto di Billiemi</i> (ricavato dallo stesso blocco del precedente) $F = 5,028 \times 5,034$ = cmq. 25,310	4 000	20,5	20,5	0	—	—	—	$\alpha = \frac{1}{955460}$ $n = 1$ Vedi Osservazione precedente.
	8 000	41,5	41,0	-0,5	—	—	—	
	12 000	62,7	61,5	-1,2	—	—	—	
	16 000	82,7	82,2	-0,5	—	—	—	
PROVINO N. 6. <i>Calcarea compatto di Billiemi</i> (cava Scurria Pecorella) $F = 5,027 \times 5,007$ = cmq. 25,170	4 000	25,1	25,1	0	158,91	0,000200	0,000200	$\alpha = \frac{1}{696530}$ $n = 0,975$
	8 000	49,0	50,2	1,1	317,82	0,000392	0,000394	
	12 000	73,3	75,3	2,0	476,73	0,000586	0,000586	
	16 000	96,9	100,4	3,4	635,64	0,000775	0,000775	
	20 000	120,3	125,5	5,1	794,55	0,000962	0,000964	
	24 000	143,9	150,6	6,6	953,46	0,001151	0,001151	
PROVINO N. 7. <i>Calcarea compatto di Billiemi</i> (ricavato dallo stesso blocco del precedente) $F = 5,042 \times 5,010$ = cmq. 25,260	4 000	25,1	25,1	0	158,35	0,000200	0,000200	$\alpha = \frac{1}{713710}$ $n = 0,980$
	8 000	50,0	50,2	0,2	316,70	0,000400	0,000396	
	12 000	74,7	75,3	0,6	475,05	0,000597	0,000590	
	16 000	98,4	100,4	2,0	633,40	0,000787	0,000781	
	20 000	121,6	125,5	3,9	791,75	0,000972	0,000972	
PROVINO N. 8. <i>Calcarea dolomitico di Boccadifalco</i> (cava Michele Amato) $F = 4,552 \times 4,488$ = cmq. 20,429	4 000	36,4	36,4	0	195,79	0,000291	0,000291	$\alpha = \frac{1}{487750}$ $n = 0,938$
	8 000	71,0	72,8	1,8	391,58	0,000568	0,000558	
	12 000	104,7	109,2	4,5	587,37	0,000833	0,000817	
	16 000	136,0	145,6	9,6	783,16	0,001180	0,001067	
	20 000	166,2	182,0	15,8	978,95	0,001329	0,001319	
	28 000	225,9	254,8	28,9	1370,53	0,001576	0,001565	
PROVINO N. 9. <i>Calcarea dolomitico di Boccadifalco</i> (ricavato dallo stesso blocco del precedente) $F = 4,553 \times 4,460$ = cmq. 20,306	4 000	36,7	36,75	0	196,98	0,000294	0,000294	$\alpha = \frac{1}{468540}$ $n = 0,932$
	8 000	71,1	73,5	2,4	393,96	0,000569	0,000561	
	12 000	103,4	110,2	6,8	590,94	0,000828	0,000818	
	16 000	134,8	147,0	12,2	787,92	0,001078	0,001070	
	20 000	164,8	183,7	18,9	984,90	0,001318	0,001318	

## QUADRO II.

Coefficiente di elasticità istantaneo e medio.

NB. — I coefficienti di questo quadro sono tutti espressi in kilogrammi per centimetro quadrato.

N. d'ordine	Denominazione della pietra	Coefficienti E <sub>i</sub>		Coefficiente E <sub>m</sub>		Carico di rottura
		per $\sigma = 50$	per $\sigma = 100$	per $\sigma = 50$	per $\sigma = 100$	
1	<i>Calcarea di Montepellegrino</i> (cava Belmonte)	$8,92 \times 10^5$	$8,65 \times 10^5$	$9,31 \times 10^5$	$9,03 \times 10^5$	1115
2	<i>Calcarea di Montepellegrino</i> (cava Porti e fari)	$6,98 \times 10^5$	$7,09 \times 10^5$	$6,81 \times 10^5$	$6,92 \times 10^5$	961
3	<i>Calcarea di Montepellegrino</i> (dallo stesso blocco del preced.)	$7,53 \times 10^5$	$7,59 \times 10^5$	$7,45 \times 10^5$	$7,50 \times 10^5$	1085
4	<i>Calcarea di Billiemi</i> (cava Tomasino Sole)	$8,41 \times 10^5$	$8,41 \times 10^5$	$8,41 \times 10^5$	$8,41 \times 10^5$	1220
5	<i>Calcarea di Billiemi</i> (dallo stesso blocco del preced.)	$9,55 \times 10^5$	$9,55 \times 10^5$	$9,55 \times 10^5$	$9,55 \times 10^5$	974
6	<i>Calcarea di Billiemi</i> (cava Scurria Pecorella)	$7,88 \times 10^5$	$8,02 \times 10^5$	$7,68 \times 10^5$	$7,82 \times 10^5$	1291
7	<i>Calcarea di Billiemi</i> (dallo stesso blocco del preced.)	$7,70 \times 10^5$	$7,97 \times 10^5$	$7,55 \times 10^5$	$7,81 \times 10^5$	1041
8	<i>Calcarea di Boccadifalco</i> (cava Michele Amato)	$6,58 \times 10^5$	$6,87 \times 10^5$	$6,17 \times 10^5$	$6,44 \times 10^5$	2052
9	<i>Calcarea di Boccadifalco</i> (dallo stesso blocco del preced.)	$6,55 \times 10^5$	$6,86 \times 10^5$	$6,10 \times 10^5$	$6,40 \times 10^5$	2255

valori del carico unitario  $\sigma = 50$  e  $\sigma = 100$  kg. per cmq., e questi si trovano elencati nel Quadro II.

Nell'ultima colonna dello stesso quadro trovasi pure il carico unitario di rottura determinato sperimentando allo schiacciamento nella macchina Mohr e Federhaff di questo Istituto, e coll'interposizione delle foglie di cartone tra i piatti della macchina e le superficie compresse, gli stessi provini che avevano già servito alle determinazioni di elasticità.

\*

Per dare un'idea del grado di approssimazione raggiunto in queste esperienze, calcolerò il massimo errore che può sentirsi nella determinazione del coefficiente di elasticità medio  $E_m$ .

Dato un certo valore  $\sigma$  del carico unitario ed il valore corrispondente  $\varepsilon$  della contrazione,  $E_m$  è dato dalla relazione:

$$E_m = \frac{\sigma}{\varepsilon}.$$

Considerando l'errore come una differenza, si ha:

$$\Delta E_m = \frac{\Delta \sigma}{\varepsilon} - \frac{\sigma \Delta \varepsilon}{\varepsilon^2}.$$

L'errore massimo si ha quando  $\Delta \varepsilon$  è di segno contrario a  $\Delta \sigma$ , esso è dato quindi in valore assoluto da

$$\Delta E_m = \frac{\Delta \sigma}{\varepsilon} + \frac{\sigma \Delta \varepsilon}{\varepsilon^2},$$

e quindi

$$\frac{\Delta E_m}{E_m} = \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + \frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}.$$

Intanto, detto P il carico totale ed F la sezione, è

$$\sigma = \frac{P}{F},$$

e quindi, parimenti, il massimo valore del rapporto  $\frac{\Delta \sigma}{\sigma}$  è dato da

$$\frac{\Delta \sigma}{\sigma} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta F}{F}.$$

Si ha perciò infine:

$$\frac{\Delta E}{E_m} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta F}{F} + \frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}.$$

Ora, nelle mie esperienze, ammesso che abbia potuto sbagliare nel misurare i carichi di 5 kg. circa, sarà, per un carico piccolo per cui il rapporto  $\frac{\Delta P}{P}$  è più grande:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{5}{4000} = \frac{1}{800} = 0,00125.$$

In quanto alla sezione retta, è da osservare che i provini sono stati costruiti molto accuratamente da un abile marmista, in modo che nella misura delle dimensioni trasversali si avevano deboli differenze da un punto all'altro; questa misura è stata poi eseguita con un compasso di spessore, che dà esattamente i cinquantésimi di millimetro, ed

ognuna delle due dimensioni è la media di 6 letture. Pur tuttavia, dato che in ciascuna di esse si sia commesso un errore di 5/100 di millimetro, e che entrambi gli errori siano nello stesso senso, sarà:

$$\frac{\Delta F}{F} = \frac{0,005 \times 5 \times 2}{25} = 0,002.$$

Finalmente, supponendo che nella determinazione della variazione di lunghezza si sia commesso un errore di 1/1000 di millimetro, sarà circa:

$$\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon} = \frac{0,1}{25} = 0,004.$$

Si avrà quindi in totale:

$$\frac{\Delta E_m}{E_m} = 0,00125 + 0,002 + 0,004 = 0,00725.$$

Questo è l'errore massimo che potrebbe aversi nella determinazione del coefficiente di elasticità medio per un carico basso. In realtà esso è molto più piccolo, perchè difficilmente avviene che gli errori provenienti dalle diverse misure influiscano tutti nello stesso senso. Per un carico più elevato poi i valori di  $\frac{\Delta P}{P}$  e  $\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}$  sono incomparabilmente minori.

In ogni modo questo rapporto è minore di  $\frac{1}{100}$ , quindi non può influire che sulla quarta cifra significativa del valore di  $E_m$  espresso in kg. per cmq.

Si può dire inoltre che l'errore commesso nelle esperienze è di gran lunga inferiore alle differenze che si riscontrano nei risultati ottenuti con diversi provini ricavati anche dallo stesso campione (V. Osservazione c) in fine).

Dall'esame dei quadri precedenti nei quali si trovano riassunti i risultati delle esperienze e dei calcoli eseguiti, si possono desumere le seguenti conseguenze:

a) Data la (1) per rappresentare la legge di variazione tra lo sforzo e la deformazione, nei calcari compatti delle vicinanze di Palermo, il coefficiente  $n$  è quasi sempre minore di uno, cioè a dire la curva del diagramma rivolge la sua concavità verso l'asse degli sforzi. Fra nove provini, solo il primo ha dato un coefficiente  $n > 1$ , e due, cioè a dire il 4° e il 5°, hanno dato  $n = 1$ ; quello che dà il minor valore per  $n$  è il calcare di Boccadifalco;

b) Quando la legge di Hooke non è verificata, essa non lo è fin dai carichi più bassi, e quando invece è verificata, lo è sempre fino ai carichi più alti; in altri termini, non si può dire che vi sia nello stesso provino un periodo di perfetta proporzionalità e poi un limite al di là del quale questa legge non sia più seguita;

c) Non si ha nemmeno un punto, al di là del quale le deformazioni crescano in modo irregolare o differente da quello con cui sono incominciate, ma invece si può dire che la legge di variazione procede sempre allo stesso modo fino alla rottura;

d) Non si può in generale, almeno coi dati che per ora si possiedono sul riguardo, stabilire una certa legge od un legame qualsiasi tra il coefficiente di elasticità medio cor-

rispondente a un dato carico, e la resistenza alla rottura; pur tuttavia, osservando i quadri numerici, salta subito agli occhi il fatto che il calcare dolomitico di Boccadifalco, che è molto più resistente degli altri due, ha invece un coefficiente di elasticità minore, cioè a dire presenta a parità di sforzo unitario una contrazione lineare più grande;

e) Infine, è anche notevole il fatto che, con due provini ricavati dallo stesso campione, si riscontrino qualche volta (V. Provini 2° e 3°, e, per i valori di  $\alpha$  ed  $n$ , Provini 6° e 7°) delle differenze un po' forti nei valori dei coefficienti trovati. Ciò deve evidentemente attribuirsi a difetti nella omogeneità della materia, la quale può variare, entro certi limiti, da un punto all'altro dello stesso blocco.

Diffatti i provini, che danno valori più concordanti fra loro, sono quelli segnati coi numeri 8 e 9, i quali appartengono ad un materiale, il calcare di Boccadifalco, che presenta anche all'aspetto una struttura molto più regolare degli altri due.

Ing. M. GRECO.

## GEOMETRIA PRATICA

### BREVI NOZIONI

SULLO

#### STATO ATTUALE DELLA CELERIMENSURA (\*)

*Preliminari.* — Ignazio Porro, che può riguardarsi il vero fondatore della Celerimensura, diede di questa in tre epoche differenti della sua vita tre diverse definizioni. Nel 1850 definisce:

« La Celerimensura è l'arte di fare le levate dei piani » e le livellazioni con un risparmio notevole di tempo ».

Nel 1858: « La Celerimensura è l'arte di fare le levate » dei piani e le livellazioni con molta precisione e con risparmio notevole di tempo ».

Nel 1868: « La Celerimensura non è altro che la *Geodesia*, tutta la *Geodesia*, niente altro che la *Geodesia*, » inteso però il vocabolo *Geodesia* nel suo significato più ampio e considerata la scienza che così si chiama nello stato più avanzato di suo progresso ».

Al contrario il Jadanza afferma: « La Celerimensura, comunque la si voglia definire, non è che un bel capitolo » della *Geometria pratica* ovvero della *Topografia* e non la *Topografia* stessa come da alcuni si vorrebbe » (\*\*).

Non tutti i cultori della Celerimensura sono d'accordo sulla definizione da darsi alla medesima, ed a giudizio dello stesso prof. Jadanza, la migliore definizione sembra ancora essere quella data dal prof. G. Erede, che coincide press'a

(\*) Il vocabolo « Celerimensura » (celere misura) d'etimologia latina fu introdotto dal Porro; esso corrisponde alla parola Tacheometria d'etimologia greca, usata in seguito di preferenza dai francesi.

(\*\*) N. JADANZA. — *Per la storia della celerimensura.* « Rivista di topografia e catasto ». — Vol. VII, 1894.

poco con l'altra data dal dott. Giuseppe Porro, nipote di Ignazio Porro, ed è formulata nei seguenti termini:

« La Celerimensura è quel sistema di rilevamento mediante il quale si determina la posizione di un punto qualunque del terreno per mezzo delle sue tre coordinate riferite ad un'origine nota senza l'aiuto della misura diretta delle distanze ».

L'ing. A. Salmoiraghi dice che la definizione vera della Celerimensura dovrebbe essere questa: « La Celerimensura è quel modo di procedere nei rilievi topografici, il quale presenta nei risultati medesimi la possibilità di accertare i limiti entro i quali essi corrispondono col vero » (\*).

A noi sembra più idonea e meglio rispondente allo scopo delle operazioni da eseguirsi la seguente definizione che proponiamo: « La Celerimensura è quel metodo di rilevamento che si propone la misura ottica delle distanze e la contemporanea livellazione coll'eclimetro; essa permette la determinazione dei principali punti del terreno colle coordinate rettangolari; ed offre mezzi di comprovazione e di compensazione nei risultati cogli elementi stessi del rilievo ».

Questa definizione può dirsi generale perchè abbraccia le precedenti e comprende in sè le varie operazioni che si possono presentare nella pratica dei rilevamenti; così limitandola alle sole due prime parti, cioè alla misura ottica delle distanze ed alla livellazione coll'eclimetro si farebbe della Celerimensura ordinaria o corrente, che vale per limitate zone di terreno e quando non si richiede una grande precisione; se invece si considerano rilevamenti di grandi estensioni collegati a punti trigonometrici, si rendono necessarie anche le ultime due parti della definizione, cioè la determinazione delle coordinate rettangolari e la comprovazione e compensazione dei risultati, ed allora si ha la vera Celerimensura che richiede maggior cura e precisione nelle operazioni di campagna e di tavolo. Può avvenire che s'abbia solo bisogno del rilevamento planimetrico ed allora la definizione, se trattasi di piccole zone di terreno, si può limitare alla prima parte, ed il piano grafico si costruisce coll'uso del rapportatore comune.

Le nozioni che ad essa si riferiscono si possono riassumere in due parti essenziali, cioè: *Formule fondamentali*; e *Strumenti e Metodi di Celerimensura*.

§ 1. *Formule fondamentali di Celerimensura*. — È noto dalla Geometria pura come la posizione di un punto nello spazio può ritenersi dipendere da quantità che la determinano in modo univoco, e si dice che tale posizione è determinata quando si conosce la misura di queste quantità; esse sono quelle che in linguaggio analitico si dicono le *variabili* della posizione del punto, ossia le *coordinate* del punto. Si sono immaginati diversi sistemi di coordinate per determinare la posizione di un punto nello spazio, il più antico e forse il più semplice, sul quale Descartes ha fondato tutta la Geometria analitica moderna, è quello in cui

la posizione del punto si determina per mezzo delle distanze ortogonali ch'esso ha da un sistema invariabile di tre piani ortogonali fra di loro, aventi perciò in comune un punto che dicesi l'*origine* della terna o del sistema dei piani coordinati, detto *sistema delle coordinate cartesiane*. Un altro sistema molto usato è quello detto *delle coordinate polari* e consiste, scelto un punto O che chiamasi il *polo*, si stabilisce un piano di posizione invariabile, p. es., l'orizzontale, passante per esso, e su questo e passante pel polo una retta qualunque Oy invariabile che costituisce uno degli *assi*, *asse polare del sistema*; la normale al piano passante per il polo, costituisce un secondo asse polare Oz.

Un punto si dirà quindi determinato per *coordinate polari* quando si conosce la misura della distanza OC, detta *raggio vettore*, che dal polo va al punto; la misura dell'angolo, che la direzione del raggio vettore comprende coll'asse normale al piano, cioè l'angolo  $ZOC = \varphi$ , detto *argomento* e la misura dell'angolo che la proiezione ortogonale del raggio vettore sul piano polare fa coll'altro asse polare Oy ivi giacente, ossia l'angolo  $yOM = \theta$ .

Per brevità poniamo:  $OC = L$ ,  $OM = D$ ,  $ME = x$ ,  $MF = y$ ,  $CM = t$ .

L'unita figura 51 può rappresentare l'uno e l'altro dei due

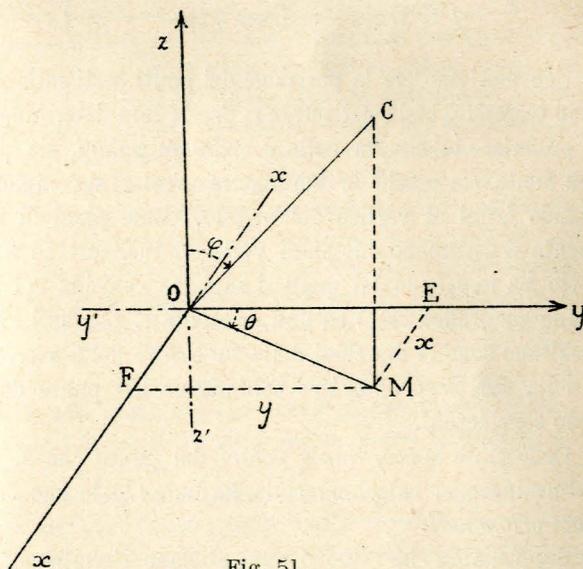


Fig. 51.

sistemi di coordinate insieme qualora s'intenda che le tre rette indefinite  $xx'$ ,  $yy'$ ,  $zz'$  incrociantisi nel punto O, rappresentino le comuni intersezioni dei tre piani ortogonali; inoltre che in O cada il polo del sistema polare e che formino  $xx'$ ,  $yy'$  il piano fondamentale orizzontale; in allora essendo  $yy'$  l'asse polare, sarà  $zz'$  l'altro asse polare nella direzione della verticale passante per il polo O e normale al piano di riferimento. In tal modo si verifica la coesistenza dei due sistemi e dall'uno si può passare facilmente all'altro.

In ciascuno dei due sistemi la determinazione della posizione del punto C è perfetta, unica nel solo caso che sia fissato in quale degli otto angoli triedri formati dai tre piani il punto si trova, oppure si conosca il senso in cui si devono

(\*) ANGELO SALMOIRAGHI. — *Istrumenti e metodi moderni di geometria applicata*. Discorso preliminare. — Milano, 1884.

misurare i due angoli  $\phi$  e  $\theta$ . A prima vista parrebbe quindi che fosse necessario un quarto elemento per individuare la posizione del punto C, ma ad esso supplisce la convenzione semplicissima dei segni per le *coordinate rettangolari* e la convenzione sull'origine delle misure angolari ed il loro andamento positivo o crescente per le *coordinate polari*.

Infatti, per le *coordinate cartesiane* si conviene che sieno positive se figurano misurate nelle direzioni dei semiassi  $Ox, Oy, Oz$ , negative invece se sono misurate nelle direzioni  $Ox', Oy', Oz'$ . Nel sistema delle *coordinate polari* basta fissare l'origine delle misure angolari  $\phi$  che supponiamo sia al di sopra del piano fondamentale sull'asse  $Oz$ , e la progressione crescente sia destrorsa, cioè nel senso delle lancette dell'orologio dall'asse  $Oz$  verso il piano  $xy$ ; e per gli angoli  $\theta$  sia sull'asse  $Oy$  positivo e la progressione crescente sia pure destrorsa verso l'asse  $Ox$ .

Quando, come nel caso concreto della precedente figura, il punto P è riferito ad un sistema di tre piani ortogonali mediante le tre coordinate rettilinee  $(x, y, t)$  ed al sistema delle coordinate polari  $(\phi, \theta, L)$  si verificano fra le due terne di coordinate le relazioni seguenti:

$$\left. \begin{aligned} D &= L \operatorname{sen} \phi \\ t &= D \operatorname{cot} \phi = L \cos \phi \\ x &= D \operatorname{sen} \theta = L \operatorname{sen} \phi \operatorname{sen} \theta \\ y &= D \operatorname{cos} \theta = L \operatorname{sen} \phi \operatorname{cos} \theta \end{aligned} \right\} (1).$$

Consideriamo ora la posizione dei punti posti sulla superficie terrestre, ossia del terreno; per la loro determinazione si preferisce la misura delle *coordinate polari*, sia perchè più facile, sia perchè le due misure angolari si compiono restando fermi al vertice dell'angolo. Come piani di riferimento si assumono due piani verticali inclinati ad angolo retto fra loro (uno dei quali si suppone coincida col meridiano geografico fisso) ed uno orizzontale. Gli assi che ne risultano sono le direzioni della *verticale*, della *meridiana* e della sua *perpendicolare* coll'origine nel punto del terreno considerato.

Conosciute le *coordinate polari* del punto che si vuole determinare, si calcolano colle formule (1) le sue *coordinate ortogonali*.

Supponiamo che i due sistemi abbiano l'origine comune in O, centro dello strumento (un goniometro munito di cannocchiale a stadia) collocato col trepiede sul punto P del terreno e si collimi alla stadia collocata verticalmente nel punto P' di cui si vuol conoscere la posizione relativa al punto P di stazione (fig. 52).

Sieno  $\phi$  l'angolo o distanza zenitale del punto P',  $\theta$  la misura dell'angolo azimutale;  $\omega$  l'angolo diastimetrico corrispondente alla coppia di fili estremi del micrometro;  $a, c, b$  le letture fatte coi tre fili del medesimo sulla stadia;  $OP = h$  altezza dello strumento;  $CP' = k$  altezza corrispondente alla lettura del filo centrale;  $CM_0 = t$  altezza dell'incontro del filo centrale nella stadia sul piano orizzontale passante pel centro dello strumento;  $OM_0 = PM = D$  distanza orizzontale;  $OC = L$ ,  $CM = z$  e diciamo con  $s$  l'unità di stadia (in generale sarà il cm., il doppio cm., i

quattro cm.) e con N il *numero generatore*; fra questi elementi, è noto, esistono le seguenti relazioni:

$$\left. \begin{aligned} L &= \frac{AB \operatorname{sen} \phi}{2 \operatorname{tang.} \frac{1}{2} \omega} = \frac{AB \operatorname{sen} \phi}{\omega} \\ AB &= (a - b) s \\ N &= (a - b) \frac{s}{\omega} \\ L &= (a - b) \frac{s}{\omega} \operatorname{sen} \phi = N \operatorname{sen} \phi \end{aligned} \right\} (2).$$

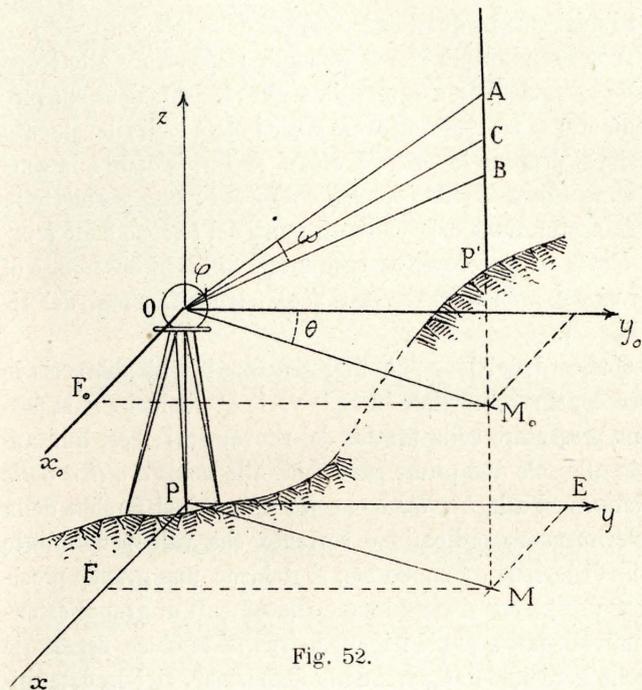


Fig. 52.

quindi:

$$\left. \begin{aligned} D &= L \operatorname{sen} \phi = N \operatorname{sen}^2 \phi \\ t &= D \operatorname{cot} \phi = N \operatorname{sen} \phi \operatorname{cos} \phi \\ k &= C \times s = \frac{a + b}{2} \times s \end{aligned} \right\} (3).$$

$$\left. \begin{aligned} z &= t - k + h \\ x &= D \operatorname{sen} \theta \\ y &= D \operatorname{cos} \theta \end{aligned} \right\} (4).$$

Alle tre quantità  $N, \theta, \phi$ , che sono sufficienti alla determinazione del punto P' rispetto al centro O dello strumento, fu dato dal Porro il nome di *numeri generatori*. Le coordinate  $(x, y, z)$  date dalle formule (4) si dicono le *coordinate relative* del punto collimato P' rispetto al punto di stazione P per distinguerle dalle *coordinate assolute, generali o definitive* riferite al sistema di assi principali e che sono:

$$\left. \begin{aligned} X' &= X + x \\ Y' &= Y + y \\ Z' &= Z + z \end{aligned} \right\} (5).$$

dove X, Y, Z sono le coordinate assolute del punto di stazione P. Se l'eclimetro, invece delle distanze zenitali  $\phi$ , desse gli angoli d'inclinazione  $\alpha$  (e possono essere di *elevazione* o positive e di *depressione* o negative) le formule pre-

cedenti che danno la riduzione delle distanze all'orizzonte e l'altezza  $t$  per l'altimetria, si modificano nel modo seguente:

$$\left. \begin{aligned} D &= L \cos \alpha = N \cos^2 \alpha \\ t &= D \operatorname{tang} \alpha = L \operatorname{sen} \alpha = N \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha \end{aligned} \right\} (6).$$

Risulta quindi che i calcoli celerimetrici si riducono sempre:

1° alla riduzione delle distanze all'orizzonte ossia al calcolo della formula:

$$D = N \operatorname{sen}^2 \varphi = N \cos^2 \alpha;$$

2° al calcolo dell'altezza:

$$t = N \operatorname{sen} \varphi \cos \varphi = N \cos \alpha \operatorname{sen} \alpha;$$

3° al calcolo delle coordinate piane:

$$x = D \operatorname{sen} \theta, \quad y = D \cos \theta.$$

È noto come la riduzione delle distanze all'orizzonte e la differenza di livello si ottengono con vari mezzi che possiamo distinguere in *grafici* come sarebbero i diagrammi del Regis, Soldati, Jordan, Vogler, Puller, Gillman, Teischinger, ecc.; *meccanici* quali i regoli calcolatori del Porro, Moinot, Salmoiraghi, Wild, Verner, Pozzi, Rizzoli, ecc.; e *numerici* quali le tavole tacheometriche del sistema centesimale e sessagesimale conosciute col nome di Soldati, Cuartero, Jadanza, Jordan, Orlandi, Erede, ecc.

§ 2. *Strumenti e Metodi di Celerimensura.* — In questi ultimi anni si è cercato di rendere più spedite le due determinazioni anzidette col modificare in modo opportuno la costruzione dei tacheometri, specialmente per quelle operazioni in cui non si richiede la massima precisione.

A tale intento mirano appunto i tacheometri riduttori ed autoriduttori del Porro, Roncagli-Urbani, Sanguet, Baggi, Reina, Peaucellier, Hammer, Tichy-Starke, Kreuter, Charnot, Champigny, Hammer-Fennel, Marco Nassò, ecc. La tavoletta Viotti, la diottra tacheometrica Soldati, il tacheografo De-Ziegler, il metrografo e l'omografo di Peaucellier e Wagner, il rapportatore celerimetrico dell'ing. G. Abate-Daga, ecc.

Di alcuni di questi ingegnosi strumenti venne costruito finora un solo esemplare a titolo di conferma pratica dai loro inventori, p. es., il tacheometro autoriduttore Baggi, premiato con medaglia d'oro all'Esposizione di Torino, e la recente diottra del Soldati, costruita dall'officina Salmoiraghi di Milano, ecc.; altri vennero costruiti in numero limitato di esemplari, p. es., la tavoletta Viotti che servì mirabilmente negli studi di una gran parte delle linee secondarie delle ferrovie della Sardegna, sotto l'alta direzione del compianto comm. G. Marsaglia, e che il compianto comm. V. Demorra, ispettore delle costruzioni di dette ferrovie e delle reti Sicule, aveva fatto costruire in buon numero di esemplari per essere posti in commercio.

Non tutti i detti strumenti di Celerimensura ebbero quella fortuna che si meritavano, sia per il prezzo troppo elevato di loro costruzione dei primi modelli, sia per quella naturale ritrosia che si verifica quasi sempre prima che uno strumento entri nel dominio della pratica comune.

Una rassegna bibliografica quasi completa di essi strumenti si trova nella magistrale opera di W. Jordan « Handbuch der Vermessungskunde » (5ª edizione, pag. 667).

Noi tralasciamo quindi di presentare anche una sommaria descrizione e di esporre i principii sui quali sono costruiti i tacheometri tutti, per il che rimandiamo il lettore ai trattati che si occupano in modo speciale della materia, nonchè all'autorevole « Rivista di topografia e catasto » che ha pubblicato dotte Memorie sull'importante argomento.

Infine riteniamo superfluo occuparci qui della seconda parte cioè dei *Metodi di Celerimensura*, trovandosi questo argomento ampiamente svolto nei trattati che si occupano della materia.

Sassari.

Prof. G. DELITALA.

## ELETTROTECNICA E SUE APPLICAZIONI

LA RELAZIONE DELLA GIURIA  
PER IL CONFERIMENTO  
DEL PREMIO « GALILEO FERRARIS »  
di lire 15 000

Non avendo la Giuria per la Mostra internazionale di elettricità, tenutasi in Torino nel 1898 in occasione dell'Esposizione Generale Italiana di quell'anno, conferito ad alcun espositore il premio di L. 15 000, intitolato al nome dell'illustre e rimpianto scienziato *Galileo Ferraris*, formato col frutto di una pubblica sottoscrizione e specialmente col generoso concorso della Camera di Commercio ed Arti di Torino, il Comitato esecutivo dell'anzidetta Esposizione Generale aveva nell'aprile 1902 deliberato di riaprire un concorso internazionale per l'aggiudicazione del premio stesso in occasione dell'inaugurazione in Torino del monumento in onore di Galileo Ferraris.

Una Commissione era stata nominata per stabilire le basi e le norme del nuovo concorso, composta di Rappresentanti del Comitato esecutivo dell'Esposizione Generale Italiana 1898; della Camera di Commercio ed Arti di Torino; della R. Accademia delle Scienze di Torino e del R. Museo Industriale Italiano.

La Commissione aveva fissato per il nuovo concorso:

Che il premio dovesse conferirsi all'autore di un'invenzione da cui risultasse un notevole progresso nelle applicazioni industriali dell'elettricità;

Che i concorrenti potessero presentare memorie, progetti e disegni, ed anche macchine od apparecchi relativi alla loro invenzione.

La Giuria per giudicare del concorso doveva essere nominata dalla Commissione stessa coi più ampi poteri, compreso quello di far eseguire esperienze pratiche delle invenzioni presentate al concorso e degli apparecchi relativi.

La scadenza del termine utile per concorrere era fissata alle ore 18 del 15 settembre del 1902.

Nel termine prescritto per la consegna delle domande e dei lavori si presentarono ventisei concorrenti.

La Giuria, che risultò composta dei signori prof. Moisè Ascoli, prof. Guido Grassi, ing. Ettore Morelli, prof. Luigi Pasqualini e ing. colonnello Federico Pescetto, nominò a suo presidente il prof. comm. Guido Grassi e a relatore il prof. cav. Luigi Pasqualini; e tenne le sue riunioni in parecchie riprese a Torino presso il R. Museo industriale.

Compiuti i suoi lavori, ne riassume i risultati nella seguente relazione:

#### Relazione della Giuria pel premio Galileo Ferraris.

« La Giuria crede opportuno di dichiarare anzitutto che, interpretando il pensiero della Commissione che compilò il programma di concorso, ha stabilito di attenersi nel dare il suo giudizio alle norme seguenti:

1° Di non prendere in considerazione per l'assegnazione del premio quei lavori, che contengono delle semplici proposte o idee di carattere generico o teorico, delle quali non sia chiaramente dimostrata la facilità dell'applicazione o di cui l'autore non abbia già concretata l'applicazione pratica, cosicchè nè in un modo nè nell'altro risulti evidente che l'invenzione, come esige il programma, rappresenti un notevole progresso nelle applicazioni industriali dell'elettricità;

2° Sotto il nome generico d'invenzione si deve intendere non solo un trovato completamente nuovo, ma anche un perfezionamento di cosa esistente, purchè questo perfezionamento sia tale da dare alla cosa stessa un'importante e vasta applicabilità, che prima, senza quel perfezionamento, non poteva avere;

3° Per essere presa in considerazione per il conferimento del premio, l'invenzione doveva presentare il carattere di novità, inteso nel senso anzidetto, all'epoca del concorso; che perciò non si debba assegnare il premio ad un'invenzione, la quale, qualunque sia la sua importanza, all'epoca del concorso fosse già da tempo nota ed applicata su vasta scala; e per tal modo, anzichè aver bisogno dell'incoraggiamento del premio, abbia già trovato largo compenso morale e materiale nel campo delle industrie.

Premesso ciò, la Giuria riassume come segue il risultato dell'esame dei singoli lavori.

(Dal n. 1 al n. 25 incluso la Commissione deliberò per riguardi ai concorrenti ed alle loro invenzioni di non rendere pubblico il giudizio della Giuria).

N. 26. — La Società anonima *La traction tangentielle di Charleroi* concorre col suo sistema di trazione elettrica, brevetto Dulait, Rosenfeld e Zelenay.

Il concetto fondamentale è quello di svolgere sulla via lo statore di un motore a campo rotante e sospendere alla vettura il rotore anch'esso sviluppato in un piano orizzontale.

Al primo apparire del sistema, da tutti furono previste grandi difficoltà all'attuazione pratica; difficoltà che la Società e per essa gli inventori cercarono di vincere con una serie di studi e di esperimenti. Il più importante di tali esperimenti è quello fatto da ultimo su di una linea di circa 800 metri appositamente costruita presso Charleroi. Di questa linea i primi 400 metri sono muniti di tutti gli apparecchi elettrici per la trazione, gli altri 400 sono costituiti da semplice binario.

Lo statore non si stende lungo tutta la prima parte della linea, ma è formato di tanti statori parziali lunghi metri 2,50 circa e distanti l'uno dall'altro poco meno di 18 metri. Essi sono completamente rivestiti di sostanze isolanti che li proteggono dalle intemperie. Ogni statore si presenta come un solido blocco di asfalto.

Il rotore è lungo tanto da poter coprire completamente due statori. Esso è fissato sotto un sistema di carrelli (propulsore), che corrono su due apposite rotaie collocate nell'interno del binario, su cui corre la vettura propriamente detta sovrapposta al propulsore.

Il traferro è di 12 mm. e per compensare questa necessaria grandezza, tanto gli statori quanto i rotori furono muniti di grandi espansioni polari, in modo da mantenere la riluttanza magnetica negli stessi limiti che con gli ordinari traferri.

Per evitare dispersioni di flusso, di energia, con altre dannose conseguenze che ne deriverebbero, la corrente non viene mandata in uno statore che quando è completamente coperto

dal rotore e viene tolta prima che esso lo abbandoni. Per ciò per ogni statore è collocato a fianco della via un interruttore, che chiude o apre automaticamente al momento opportuno il centro della stella dello statore stesso. L'interruttore è costituito da un piccolo motore trifase, di cui l'avvolgimento del rotore fa capo a due tratti isolati dalle rotaie del propulsore. All'istante del passaggio del propulsore il rotore compie un certo angolo vincendo l'azione di un contrappeso e chiude il circuito. Appena il propulsore è passato, il contrappeso riporta il rotore nella primitiva posizione ed apre il circuito.

Gli inventori hanno anche studiato ingegnosamente, in relazione alla particolare applicazione, molti dettagli, come per esempio la disposizione per variare la resistenza del rotore all'avviamento, o per regolare la velocità, i soffiatori degli interruttori, il modo di ottenere la marcia indietro.

In una visita sopra luogo si è potuto constatare che tutto l'assieme del sistema corrisponde allo scopo, per quanto si possa pretendere da un primo esperimento.

Dalle prove fatte dagli inventori ed anche da quelle eseguite dalla Giuria, e i cui risultati concordano bene colle prime, appare che il consumo per tonnellata-chilometro è piuttosto inferiore che superiore alla media del consumo che si ottiene negli altri sistemi. Gli esperimenti furono ripetuti con diversa frequenza. Devesi però notare che, mentre l'insieme fu calcolato per una frequenza corrispondente ad una velocità di 60 chilometri all'ora, la maggiore velocità toccata effettivamente fu appena di 29 chilometri, non permettendo la lunghezza della linea di raggiungere la massima velocità.

In tutte queste prove si notò uno sfasamento piuttosto rilevante della corrente primaria, essendo il valore di  $\cos \varphi$  all'incirca 0,50 e spesso anche un po' inferiore. È ammissibile che, qualora l'esperimento si estenda ad una linea più lunga, in modo da poter raggiungere la velocità normale del propulsore, che dev'essere prossima al sincronismo, si debbano avere dei risultati notevolmente migliori.

In quanto al costo, la Commissione è d'avviso che, se il sistema può reggere al confronto con un sistema a corrente continua, nel quale si abbiano correnti alternative per il trasporto dell'energia a distanza e stazioni di trasformazione in corrente continua per la distribuzione, non possa però competere con un sistema completamente a correnti alternate ad alta tensione con motore sulle vetture; e ciò specialmente a cagione del costo degli statori, i quali, per quanto di costruzione molto rozza e ridotti a coprire soltanto una frazione della linea (nell'impianto di prova era circa 1/6, ma si potrà ridurre anche a 1/10), rappresentano sempre una spesa non indifferente. Gli stessi inventori per una linea di 50 chilometri a doppio binario, con una potenza di 400 HP, occorrenti per treni di 70 tonnellate a 100 chilometri di velocità, prevedono per gli statori una spesa di circa 100.000 lire al chilometro. Nè questa maggiore spesa sarebbe compensata dal minor costo del materiale mobile, perchè, se resta eliminata sulla vettura la parte fissa del motore, necessita invece un rotore assai più lungo di quanto occorrerebbe per un motore ordinario di ugual potenza.

Dobbiamo qui far presente che l'idea fondamentale della trazione tangenziale non è nuova, e fra l'altro va ricordato un brevetto del signor Giulio M. Apollonj del 1895, in cui il principio di questo sistema di trazione è esposto molto chiaramente e sono indicate varie disposizioni per attuarlo, e fra queste anche una affatto simile a quella che venne applicata dalla Società di Charleroi, accennando appunto all'alimentazione di uno statore frazionato lungo la linea mediante interruttori automatici.

Sta però il fatto che, mentre l'Apollonj abbandonò l'idea dopo pochi tentativi, i signori Dulait, Zelenay e Rosenfeld con tenacia di propositi e con notevoli sacrifici materiali intra-

presero un esperimento su larga scala, dal quale potranno derivare concludenti risultati pratici. Nessuna ragione vi è per non ritenere che tutti i particolari di funzionamento del sistema abbiano a migliorare quando esso sia applicato ad una linea ordinaria in condizioni di regolare esercizio.

Può darsi che in alcuni casi speciali ed importanti, come ad esempio su certe linee di traffico intenso o di forti pendenze, la maggiore spesa diventi un ostacolo di secondaria importanza, rispetto al vantaggio di avere la trazione tangenziale e di non avere nè alte tensioni nelle vetture, nè veri organi di presa di corrente, nè organi meccanici di riduzione o trasmissione di movimento e oltre a ciò essendo soppresses le ruote motrici e la necessità dell'aderenza.

Non vi ha dubbio che oggigiorno, che la trazione ferroviaria con correnti alternate di alta tensione è ritenuto uno dei problemi di maggiore attualità ed importanza, questo esperimento

di un sistema non ancora tentato rappresenta un notevole contributo alla soluzione del problema stesso.

*Conclusioni.* — La Giuria, in seguito alle risultanze di questo esame, ha dovuto riconoscere che nessuno dei concorrenti distinti dal n. 1 al n. 25 soddisfa a tutte le condizioni del concorso, quantunque si trovi in dovere di segnalare i pregi notevoli riscontrati in parecchi dei lavori presentati e segnatamente in quelli dei signori capitano Cantono, ing. Sacerdote, ing. Osnos, dott. Frölich, ing. Jungner.

Invece essa è di parere che alle condizioni del programma di concorso soddisfa l'invenzione presentata dai signori Dulait, Rosenfeld e Zelenay, la quale, se non è nuova nel suo principio, ha però carattere di novità nello studio e nell'applicazione di molti particolari essenziali e nel complesso costituisce un notevole contributo alla soluzione di un importante problema elettrotecnico.



Fig. 53. — Monumento a Galileo Ferraris, veduto di fronte.

La Giuria quindi ha deciso, a maggioranza, di proporre che il premio Galileo Ferraris di lire 15 000 venga conferito ai signori Dulait, Rosenfeld e Zelenay della Società anonima *La traction tangentielle di Charleroi nel Belgio*.

Torino, 24 aprile 1903.

Firmati all'originale:

GUIDO GRASSI, *Presidente della Giuria*  
— M. ASCOLI — Ingegnere E. MORELLI  
— LUIGI PASQUALINI, *Relatore* —  
F. PESCATO ».

La suesposta Relazione venne comunicata alla Commissione nella sua adunanza del 13 maggio 1903, e le conclusioni furono dalla Commissione stessa approvate ad unanimità.

Infine il 17 maggio 1903, nel giorno cioè in cui solennemente si inaugurò in Torino il monumento di Galileo Ferraris, venne ufficialmente proclamato il vincitore del premio nell'adunanza tenutasi presso il R. Museo industriale italiano di Torino, per lo scoprimento del busto e la commemorazione dell'illustre scienziato.

## NOTIZIE

### Inaugurazione in Torino del Monumento a Galileo Ferraris.

— Il 17 maggio inauguravasi con grande sfoggio di cerimonie ufficiali, il monumento a Galileo Ferraris, erettosi in Torino per sottoscrizione pubblica, nazionale ed internazionale, e che destinato dapprima ad essere elevato nel cortile centrale del R. Museo Industriale Italiano, in quell'Istituto che accolse il Ferraris fin dai suoi primi passi nella scienza e lo accompagnò per 18 anni amorosamente fino al sommo fastigio della gloria, lo si volle a lavoro quasi compiuto, destinare invece ad ornamento pubblico, nell'aiuola a sud del Palazzo Madama in piazza Castello.

La esecuzione del monumento era stata affidata dal Comitato al giovane e valente scultore Luigi Contratti, dichiarato vincitore del pubblico concorso (fra 25 concorrenti), e per quanto l'opera in sé non possa dirsi perfettamente riuscita, nel senso cioè di avere incontrato l'ammirazione incondizionata del pubblico, pure è incontestabile che l'egregio scultore ha compiuto un'opera da vero e coscienzioso artista, migliorando pure grandemente il bozzetto presentato al concorso e

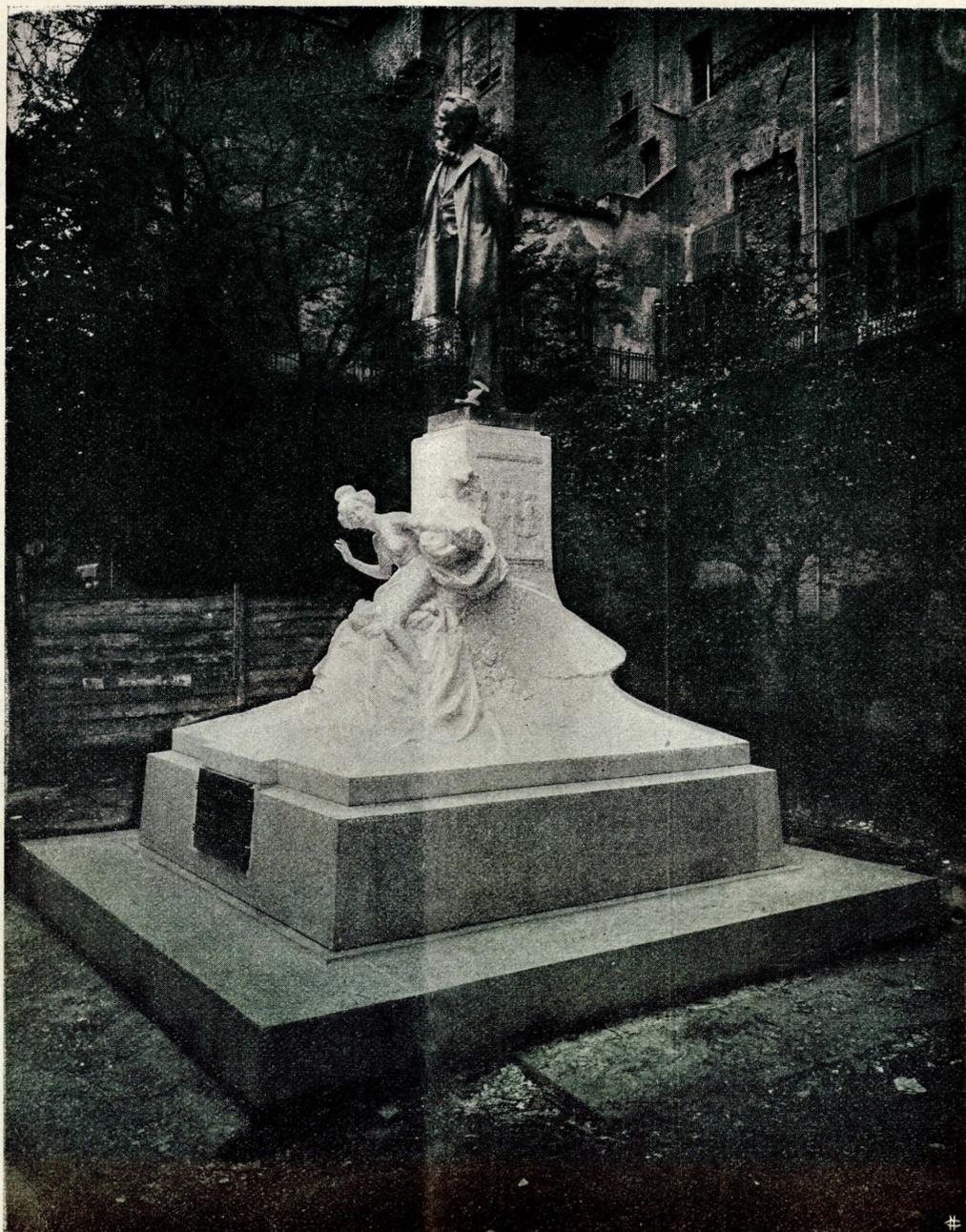


Fig. 54. — Monumento a Galileo Ferraris, veduto di fianco.

prescelto dalla Giuria. Non è qui luogo a discutere sul verismo in arte e sul simbolismo; il volere rimanere pedissequi alla realtà e materialità delle cose e tradurre ad un tempo le idealità e, dirò meglio, i sogni della mente è come voler fondere insieme due cose inconciliabili, un cercarsi delle difficoltà spesse volte insuperabili.

Lo scultore Luigi Contratti ha voluto rappresentare Galileo Ferraris in atto di camminare ma a capo scoperto, e collo sguardo rivolto non già dove metteva il piede, ma a qualche costellazione celeste, e tutto ciò per far capire al pubblico che l'illustre uomo procedeva assorto in pensieri alti e fecondi. La statua (fig. 53 e 54) che è di bronzo poggia sopra una base di marmo bianco, nella quale il sostegno si allarga e si fonde nella forma plastica delle molte cose figurate. Dei fili in alto stanno contro il piedestallo ingarbugliati come li vuole non già la scienza dell'elettricità, ma l'arte decorativa moderna. Uno splendido modello di fanciulla, che dopo di essersi artisticamente aconciata la folta capigliatura, ha rimosso da sè e lanciato al vento ogni mistico velo per mostrare al pubblico in tutto il loro splendore le proprie nu-



Fig. 55. — Erma-ricordo di Galileo Ferraris, nel R. Museo Industriale.

dità, sta accavalcata sopra di una immane sfinge alata; essa è intenta ad ascoltarne le arcane voci ed a strappare altri ancora dei veli che ricoprono la verità scientifica, ed il mistero della natura.

Due bassorilievi ai fianchi pure scolpiti nel marmo ricordano: l'inaugurazione del primo esperimento di trasporto di energia elettrica da Lauffen a Francoforte; e il ricevimento fatto da Edison a Galileo Ferraris, quando questi si recò al Congresso internazionale degli elettricisti in Chicago.

Essendosi rinunciato all'idea prima di veder sorgere il monumento nell'interno di quell'Istituto che il grande elettricista aveva tanto prediletto ed illustrato, la Giunta Direttiva del R. Museo Industriale dispose perchè l'Istituto non rimanesse privo di un ricordo che coll'immagine dell'illustre scienziato attestasse in quell'istituto della reverenza di chi aveva per tanti anni lavorato alla glorificazione della scienza italiana. E subito dopo l'inaugurazione del monumento, veniva scoperta nel R. Museo, nell'atrio della scala, di rimpetto all'ingresso della scuola di elettrotecnica, un'erma in bronzo (fig. 55), opera dello stesso scultore Luigi Contratti, la quale per la rassomiglianza e la vivacità dell'immagine del Ferraris, fu giudicata anche più riuscita di quella del monumento.

**Esperimento di radiotelegrafia sintonica eseguito a Spezia fra le stazioni di San Vito, Palmaria e Livorno.** — Il Ministero della Marina, Direzione generale di Artiglieria ed Armamenti, ha comunicato alla R. Accademia dei Lincei, la seguente Relazione, presentata dal socio Blaserna:

« Per lo sviluppo crescente della rete radiotelegrafica, allo scopo di evitare il reciproco disturbo delle stazioni, si è imposta la necessità di sperimentare, sia i dispositivi tendenti a ridurre l'energia delle onde emesse dal radiatore delle stazioni di secondaria importanza, sia i dispositivi relativi alla sintonizzazione con apparecchi già forniti dal Marconi alla R. Marina, e provveduti di due toni, l'uno detto tono A, della portata di 150 chilometri, e l'altro, tono B, della portata di 300.

« Perciò il capitano di corvetta Bonomo, direttore delle esperienze radiotelegrafiche della R. Marina, concretò un programma di esperienze, affidandone lo svolgimento al tenente di vascello Villarey.

« Gli esperimenti si svolsero a Spezia, fra le stazioni di San Vito, Palmaria e Livorno, queste ultime due distanti dalla prima rispettivamente 5 e 70 km.

« Gli apparati adoperati sono quelli forniti recentemente dal Marconi alla R. Marina, con i quali per ottenere il tono A, e cioè quello che produce onde di minor lunghezza, si impiegano capacità e sorgenti di energia elettrica inferiori della metà circa di quelle del tono B.

« Nell'ultima fase delle esperienze nelle tre stazioni si disponeva di aerei di circa 54 metri di altezza, quello di Livorno costituito da un filo semplice, e quelli di Palmaria e San Vito da quattro fili riuniti in quantità e distanti tra loro m. 1,50 (in modo cioè da formare un prisma a sezione quadrata di m. 1,50 di lato).

« A San Vito i due ricevitori, tono A e B con le relative macchine Morse, erano in derivazione sull'aereo unico nell'interno della stazione.

« Fu innanzi tutto sperimentata la sintonia degli apparati, trasmettendo da Livorno col tono B e da Palmaria col tono A, e ciò mettendosi nelle condizioni più favorevoli per quanto riguarda la distribuzione dell'energia, avendo assegnato a Livorno, più distante, il tono di maggior portata.

« Queste prime esperienze sortirono esito felice, inquantochè a S. Vito si potè contemporaneamente e chiaramente ricevere sia l'una che l'altra trasmissione.

« Il capitano Bonomo, incoraggiato da questi risultati preliminari, soddisfacenti, pensò di ripetere le prove nelle condizioni più sfavorevoli, e cioè assegnando alla stazione più lontana (Livorno) il tono di azione più limitata, per accertarsi che la sintonia degli apparecchi potesse realizzarsi anche in questo caso.

« Per attenuare gli effetti dell'eccesso di energia trasmessa dalla

Palmaria fu necessario, nella stazione di San Vito, di fare opportunamente uso di capacità e induttanze variabili, mettendole sia in serie che in derivazione fra i serrafili dei ricevitori e sull'estremità dell'aereo.

« I risultati furono coronati da pieno successo e fu deciso di procedere oltre negli esperimenti per tentare di ottenere eziandio la trasmissione simultanea coi due toni ».

Successivamente una lettera del comandante A. Pouchain, presentata pure dal socio Blaserna, comunicò all'Accademia che il 14 maggio, a Spezia, si riuscì a trasmettere da San Vito, con antenna unica e simultaneamente, nitidissimi radiotelegrammi a Livorno ed alla Palmaria.

I dispositivi erano gli stessi che per le precedenti esperienze, e per tal fatto l'esperimento della sintonizzazione con i moderni apparati marconiani può considerarsi completo ed esauriente.

(R. Accademia dei Lincei).

## BIBLIOGRAFIA

### I.

In onore di Galileo Ferraris, inaugurandosi il monumento in Torino, il 17 maggio 1903. — Op. in 8° gr. di pag. 162 con ritratto e tre fotoincisioni. — Stamp. Reale di Torino della Ditta G. B. Paravia e C., 1903.

Inaugurandosi il monumento a Galileo Ferraris, il Comitato per le onoranze ed il R. Museo Industriale Italiano, con felice pensiero fecero omaggio ai colleghi e discepoli ed ammiratori del sommo elettricista di un elegante volume, nel quale, oltre al ritratto di Galileo Ferraris riprodotto in acquaforte dal Turletti, ed alle fototipie dei due monumenti inaugurati in Torino ed a Livorno Verellese, e dell'erma-ricordo apposta nel R. Museo Industriale, si pubblicarono, appositamente scritte per la circostanza, parecchie interessanti note nell'ordine stesso col quale le veniamo citando: dapprima le *Note biografiche* composte da uno dei suoi più cari amici e compagni di scuola, l'ing. G. B. Maffiotti, e che costituiscono forse la biografia più completa e più esatta di Galileo Ferraris. Vi fa seguito una breve Memoria del prof. Guido Grassi sull'opera scientifica del grande Maestro, nella quale il professore Grassi, anziché fare un esame sistematico delle memorie e pubblicazioni di Galileo Ferraris, preferisce sintetizzarne l'opera scientifica facendone notare lo svolgimento naturale, seguendo l'autore passo passo ne' suoi studi e nella sua vita scientifica, e prendendo studiatamente le mosse da quel primo periodo, che può chiamarsi di preparazione, in cui il Ferraris, compiuto il Corso di Ingegneria, riprendeva subito gli studi superiori di fisica e matematica nell'Università di Torino, dimostra come in tutti i suoi studi, come in tutte le azioni di sua vita, siano da considerare lo spirito altamente scientifico della sua mente e l'assoluto disinteresse materiale, e come in tutte le sue geniali invenzioni mai lo spingesse la fretta di arrivare, o la ricerca dell'importanza industriale, anziché del valore scientifico.

Un Autore che mantiene l'anonimo, contraddistinto da tre stelle in rettilineo, descrive coll'aiuto di due planimetrie, la scuola ed il laboratorio di Elettrotecnica dall'anno 1888 al 1900, ed il nuovo anfiteatro col nuovo laboratorio compiuto nel 1900, nonchè l'ordinamento attuale.

L'ing. Ignazio Verrotti, che prima di essere uno degli assistenti di elettrotecnica, fu tra i discepoli di Galileo Ferraris, ne frequentò il Corso di Elettrotecnica nell'anno 1894-95, in una breve Memoria intitolata: « Galileo Ferraris nella sua Scuola di elettrotecnica », scrive delle doti di lui come insegnante; del linguaggio sempre modesto e piano che meglio caratterizzavano il suo valore; del modo con cui andò creando e ogni anno perfezionando il nuovo Corso, seguendo il progresso della scienza e della tecnica e condensando in sintesi geniale la mole considerevole degli argomenti; del modo con cui si interessava delle sorti dei suoi allievi, a cui fu sempre largo di aiuto morale e intellettuale.

Dopo alcuni giudizi di elettricisti esteri su Galileo Ferraris raccolti dal Senatore avv. Frola, Presidente del Comitato delle onoranze e della Giunta Direttiva del Museo Industriale, dopo un'invocazione al monu-

mento dell'avv. G. Deabate, ed una breve storia del risultato del concorso fra gli artisti per il Monumento e del giudizio della Giuria, redatta dall'ingegnere C. F. Bonini, segretario del Comitato esecutivo per le onoranze, conservatore delle collezioni e della biblioteca, si leggono i discorsi pronunziati per l'inaugurazione dal Senatore avv. Frola, presidente del Comitato, e dal Senatore avv. Badini, Sindaco di Torino.

Avremmo desiderato di vedere pure in questo volume riprodotto il magistrale discorso pronunziato dal prof. Guido Grassi nello stesso giorno, nell'Anfiteatro di elettrotecnica, scoprendosi l'erma-ricordo posta nel R. Museo. Esso trovasi ad ogni modo pubblicato nel fascicolo 5° (Maggio 1903) della *Rivista Tecnica* e noi che l'avevamo udito ed applaudito, lo abbiamo letto e riletto con vero senso di godimento intellettuale.

G. SACHERF.

### II.

L'VIII Congresso internazionale di navigazione, tenutosi a Parigi nel 1900. — *Resoconto e considerazioni* dell'ing. GAETANO CRUGNOLA. — Un volume in-8°, di pagine 303. — Venezia, 1903.

Non è opera tanto agevole, nè molto geniale, quella di riassumere le relazioni, le discussioni, i deliberati di un Congresso, specialmente quando sono moltissime le questioni trattate, vivacissime si svolsero le discussioni, ed i processi verbali non sono peranco pubblicati.

L'VIII Congresso internazionale di navigazione successe a quello di Bruxelles del 1898, ed ha preceduto di un anno il periodo triennale stabilito per tali Congressi, per dare occasione ai congressisti di ritrovarsi all'Esposizione universale di Parigi. Ebbe 1311 adesioni, appartenenti a 28 nazionalità diverse; nove temi erano posti all'ordine del giorno, e furono presentate ben 49 relazioni in diverse lingue, le quali sono state tradotte in francese, tedesco ed inglese, per cura dei segretari, e distribuite in tempo utile a tutti i membri del Congresso.

Inaugurato solennemente il 18 luglio 1900, alle ore 14, nel Palazzo dei Congressi nel recinto dell'Esposizione, coll'intervento del Ministro dei Lavori Pubblici e dei Delegati delle principali nazioni estere, il Congresso non poté essere in seguito presenziato dai Delegati del Governo italiano (l'ispettore superiore delle ferrovie, ingegnere comm. Saccardo; il capitano di fregata cav. Augusto Bianco; il tenente generale L. Bigotti, ed il direttore generale del Comitato centrale italiano della navigazione interna, ing. Alessandro Moschini) a motivo del lutto che in modo così tragico veniva a colpire l'Italia colla morte esecranda di re Umberto I, ed al quale il Congresso stesso ha preso vivissima parte, rinunciando a tutte le feste ufficiali che erano state preavvisate in suo onore.

I primi cinque temi si riferivano alla navigazione *interna* e gli ultimi quattro alla navigazione *marittima*. Diciamo brevemente del risultato delle discussioni su ciascuno di essi, seguendo il resoconto dell'egregio nostro collaboratore, l'ing. Gaetano Crugnola.

\*

Il tema 1° era inteso a conoscere quale sia *l'influenza delle opere di sistemazione sul regime dei fiumi*, e specialmente sulle inondazioni, che alcuni hanno preteso essere state accresciute in causa delle opere medesime.

Il tema non era evidentemente suscettibile di una risoluzione precisa in tesi generale, per la natura diversa dei fiumi, delle circostanze di luogo e delle opere di sistemazione alle quali si vorrebbe alludere. Tuttavia la discussione poté contenersi su tre punti essenziali, sui quali si presero le conclusioni seguenti, approvate all'unanimità dal Congresso:

1° Dalle relazioni presentate al Congresso e nei casi a cui esse si riferiscono, i lavori di sistemazione eseguiti nell'interesse della navigazione non hanno punto accresciuto il livello delle acque nelle inondazioni, sono stati invece favorevoli alla innocua formazione dei ghiacci e al loro smaltimento, e benchè la grande diversità delle condizioni naturali non permetta di affermare che ciò debba verificarsi in tutti i casi, si può però concludere che la temuta incompatibilità

fra i due interessi, ambedue essenziali, non può esistere che raramente;

2° Tra i metodi atti a migliorare il regime e le condizioni di navigazione dei fiumi, è pure da raccomandarsi all'attenzione degli ingegneri e dei Governi quello dei *grandi serbatoi di ritenuta*, destinati ad accrescere la portata di magra, e, *in alcuni casi speciali*, a scemare l'altezza delle inondazioni, poichè esso offre inoltre il vantaggio di creare delle riserve di forza, che i progressi della scienza permettono oggidì di utilizzare;

3° A misura che le dimensioni e la portata dei fiumi aumentano, e che la loro pendenza diminuisce, l'applicazione dei metodi di regolarizzazione, consistenti in opere fisse, argini sommergibili o speroni, richiede un dispendio di tempo e denaro, che nella pratica diventa impossibile. D'altra parte, i *metodi di scavo meccanico* sono stati così perfezionati da accrescere in proporzioni insperate la potenza e l'economia di questo mezzo d'azione. Perciò sui grandi fiumi, quando il traffico lo giustifichi, l'impiego di cavafanghi a vapore (od elettrici), sussidiato, occorrendo, da difese frontali (riparie) anche a costo di dover ripetere lo scavo periodicamente, costituisce un mezzo opportuno e per verità il solo pratico. Anzi si può pure aggiungere che, sopra fiumi di minori dimensioni è possibile, insieme con le opere stabili di sistemazione, di fare uso utilmente degli scavi meccanici, in proporzioni ben maggiori che non si è fatto per il passato.

\*

Il tema 2° riguardava i *progressi delle applicazioni meccaniche all'alimentazione dei canali*. Ed i congressisti si trovarono unanimi nell'approvare le seguenti conclusioni:

L'alimentazione dei canali col mezzo di macchine a vapore ha trovato, in questi ultimi anni, specialmente in Francia, delle applicazioni interessanti, nelle quali il prezzo di costo è stato ridotto di tutto quanto questo modo d'azione permetteva.

Ciò nonostante si ritiene sia di interesse generale garantire, con una spesa fatta una volta per sempre, i bisogni dell'avvenire, e utilizzare direttamente le risorse naturali del territorio, col mezzo di serbatoi e di canali d'alimentazione.

Quando tale procedimento fosse impraticabile, i grandi progressi dell'elettricità permettono di ricorrere al sistema di stazioni elevatorie, attingendo la forza, non già d' combustibile, che si dovrebbe far venire da lontano, e che troverà sempre il suo impiego in altri usi, ma dalle cadute d'acqua naturali, anche se situate in punti lontani.

Si devono pure raccomandare tutti i mezzi adatti a diminuire le perdite d'acqua, quali lavori di stagnamento e simili, che possono dare gli stessi risultati, alleggerendo l'avvenire mediante una spesa fatta una volta per tutte.

E come tema addizionale fu pure ammesso che la messa a secco di un canale, per spurghi annuali o per riparazioni, indipendentemente dal danno che cagiona alla navigazione, è causa di tanti altri inconvenienti, da doversi vivamente raccomandare agli ingegneri l'uso dei mezzi di costruzione e di manutenzione atti a sopprimere od a ridurre il più possibile tali interruzioni.

\*

Il tema 3° riguardava la *utilizzazione delle vie navigabili naturali con poca profondità*, e quindi il materiale di poca pescagione ed i procedimenti d'esercizio relativi. Non mancarono relazioni particolareggiate sui tipi di battelli e di propulsori a ruote o ad elica. Con tutto ciò il tema non risultò sufficientemente illustrato perchè si potessero prendere decisioni precise e definitive, ma si fece voto perchè si studino:

1° Il rendimento di diversi tipi di battelli da fiume, con pescagione inferiore a 75 cm., paragonati fra loro; la scelta delle forme della poppa per i navigli a ruote; la forma delle volte o forni per le navi ad elica; le dimensioni e forme da adottarsi per i propulsori;

2° La diminuzione della velocità e della utilizzazione dipendenti dalla riduzione delle altezze d'acqua sotto chiglia, per gli stessi legni, rispetto ai risultati in acque profonde;

3° L'adozione sui battelli a piccola pescagione mossi da eliche, di motori rapidi, quali sarebbero le turbine a vapore, sistema Parson's, Ruteau e simili;

4° L'influenza sulla propulsione e sul rimorchio dell'uso di eliche multiple montate sul medesimo albero, invece di quello di una elica sola per albero, di un diametro maggiore e di velocità minore.

Fece voto ancora che nel prossimo Congresso si apportino notizie complete, per quanto possibile, sugli esperimenti fatti, allo scopo di utilizzare sui fiumi, con poca profondità d'acqua, apparecchi propulsori derivanti dalla turbina, o del genere delle ruote elicoidali.

Il tema 4°, intitolato: *Progressi delle applicazioni della meccanica all'esercizio delle vie navigabili; monopoli di trazione*, ebbe nientemeno che dieci relazioni, le quali furono raggruppate in tre categorie.

La prima categoria riguarda gli esperimenti fatti per determinare la resistenza alla trazione dei battelli, e per essa venne adottata la risoluzione seguente:

« I risultati delle ricerche fatte dopo il Congresso di Bruxelles per determinare la resistenza dei battelli alla trazione, giustificano pienamente la risoluzione adottata da quell'ultimo Congresso, vale a dire che è necessario di continuare le ricerche e di condurle parallelamente con battelli in grandezza naturale e con dei modelli; i primi solamente possono fornire dei valori *assoluti* esatti; i secondi permettono di effettuare rapidamente e con poca spesa il *confronto* fra i diversi tipi di bastimenti o fra le varie sezioni di canali ».

La seconda categoria comprende le relazioni su procedimenti di rimorchio e di trazione a catena impiegati in condizioni speciali sul Danubio e sul Rodano. Le comunicazioni fatte hanno però dato luogo ad un'osservazione di fatto che può dar luogo a riflettere. Ed il fatto è che le grandi Società di navigazione sul Danubio, invece di avvalersi del tonneggiatore del Governo, hanno preferito costruirsi dei rimorchiatori particolari, e se aumentasse il traffico, non dubiterebbero di costruire per loro conto dei rimorchiatori potenti di 1400 a 1500 cavalli-vapore, coi quali farebbero passare le Porte di ferro ad un convoglio di 800 tonnellate alla volta, nella certezza che le spese di esercizio e di ammortamento richieste da un rimorchiatore proprio sarebbero compensate dal risparmio delle tariffe che verrebbero pagate per avvalersi del tonneggiatore del Governo.

La terza categoria si riferisce alle applicazioni meccaniche ed elettriche alla trazione. Notevole sopra tutto il nuovo sistema d'allaggio proposto dal signor Reichhardt, di collocare il motore e la generatrice dell'energia sullo stesso battello da muovere o sopra un battello particolare che faccia da battello motore, e la forza motrice così prodotta si trasmetterebbe ad una locomotiva elettrica corrente sulla strada alzaia o sopra una via aerea, la quale trascinerrebbe il battello motore stesso e gli altri da rimorchiarsi col mezzo di cavi di trazione. Con che il punto d'appoggio non sarebbe più sopra un elemento liquido come nei rimorchiatori, o sopra una catena, come nei tonneggiatori, ma sulla terraferma.

Ma per quanto interessanti si fossero le notizie riferite sulle varie applicazioni e sistemi di trazione elettrica attuate in Francia, nel Belgio e in Germania, il Congresso non poté a meno che ripetere la decisione stessa del Congresso precedente, che lo studio della questione non è ancora maturo, ed espresse il voto che vengano largamente incoraggiati impianti di trazione elettrica sopra sezioni di canali abbastanza lunghe da poter fornire dei risultati definitivi tanto dal punto di vista tecnico, quanto, ed essenzialmente, da quello economico. E così pure venne riservata vergine per un nuovo Congresso la difficile questione dei monopoli di trazione in relazione col principio della libertà di commercio.

\*

Il tema 5°, delle *istituzioni di previdenza e di istruzione per il personale della navigazione*, era della più alta importanza. Era la prima volta che al Congresso era presentata una questione d'interesse sociale. Si presentarono relazioni sotto diversi punti di vista, e la discussione fu ampia ed animata, ma non esauriente, tanto che si finì col rinviarne lo studio ai futuri Congressi.

\*

I temi che seguono non si riferiscono più alla navigazione interna, ma bensì a quella marittima.

Il tema 6° comprendeva i più recenti progressi di illuminazione e segnalazione delle coste. Le relazioni presentate riguardano argomenti speciali e per quanto siano ricche di particolari e di elementi importantissimi, che diedero campo a schiarimenti e discussioni, non potevano dar luogo ad alcuna risoluzione di indole generale, onde tutto si concluse con un ringraziamento ai relatori. Ne è risultato, in sostanza, che dal servizio dei fari francesi si stanno facendo osservazioni metodiche sui fuochi-lampo per determinare il valore che nelle condizioni pratiche della navigazione si può assegnare alla durata minima necessaria per la percezione integrale della più piccola luce percettibile, che attualmente è ammessa di 1/10 di secondo. Rileviamo pure che si sta ricercando un apparecchio ad acetilene che dia una fiamma stabile ed abbastanza calda, perchè l'incandescenza sia massima, mentre i risultati fin qui ottenuti superano in potenza quelli dei primitivi apparecchi a vapore di petrolio nella proporzione di  $2,5 \div 4,5$ .

\*

Il tema 7°, nella sua dicitura: *I più recenti lavori eseguiti nei principali porti litoranei o marittimi*, non era un quesito da discutere e condurre ad una soluzione. La Commissione ordinatrice aveva nominato nientemeno che dieci relatori appartenenti a sette nazionalità diverse, collo scopo di avere notizie locali e particolari le più complete sul maggior numero di porti. E sotto questo punto lo scopo è stato perfettamente raggiunto. Senonchè, come era a prevedersi, ognuno prese a far rilevare i buoni risultati ottenuti o veduti, attribuendoli al tipo od al sistema adottato, mentre in generale essi dipendono dall'applicabilità del tipo o sistema alle condizioni locali. Ond'è che nella discussione gli uni lodavano quello che altri invece criticavano e condannavano, e si finì quasi sempre per concludere che tutto dipende dalle circostanze locali.

E in questo senso l'esempio più istruttivo lo ha dato la discussione sulle opere del porto di Ostenda e segnatamente sui bacini di spurgo o di cacciata, i quali furono ferocemente attaccati e strenuamente difesi, essendone risultato che in realtà non si volevano punto costruire dei bacini di spurgo, ma dovendosi creare dei manufatti di smaltimento d'acqua, si pensò di utilizzarli per fare delle cacciate. Prevalse ad ogni modo l'opinione della preferibilità e della maggiore efficacia delle macchine effossorie, le quali vennero in questi ultimi anni talmente perfezionate da non potersi desiderare di meglio; le chiuse di cacciata invece sono rimaste stazionarie.

Le dighe ed i moli sembrano avere più d'ogni altro argomento interessato il Congresso; però la discussione non ha assunto grande estensione; si è limitata alla forma di essi e alla profondità delle fondazioni della parte muraria superiore.

\*

Il tema 8°, *Adattamento dei porti di commercio alle esigenze del materiale navale*, è stato ampiamente trattato nelle relazioni e brevemente discusso; e le conclusioni, approvate all'unanimità, sono del tenore seguente:

L'aumento del tonnellaggio delle navi, che è una conseguenza obbligata della concorrenza commerciale, esige per la buona regola un aumento di profondità d'acqua; ed all'approfondimento dei porti e dei canali e agli altri perfezionamenti voluti dallo sviluppo del materiale navale deve condurre la concorrenza naturale fra i porti e fra le nazioni.

Per attivare la navigazione oceanica e assicurarsi un posto importante nel commercio del mondo, i principali porti devono essere in grado di ricevere fin d'ora delle navi di 9 metri di pescaggio, lunghe 200 metri e larghe da 20 a 22 metri; e prepararsi a ricevere fra breve delle navi di 10 metri di pescaggio, che potranno avere 240 metri di lunghezza e da 22 a 25 metri di larghezza.

Si deve inoltre prendere tutte le misure necessarie e far sì che la durata di accessibilità dei porti venga sempre più prolungata e ad affrettare le operazioni di queste grandi navi.

I porti costruiti e migliorati in modo da soddisfare a queste condizioni devono essere pochi e ben scelti, affinché le risorse limitate di cui si dispone, non vengano disperse a moltiplicare installazioni incomplete, e perchè la frequenza delle partenze per qualsiasi destinazione e degli arrivi da qualsivoglia provenienza può solo determinare l'affluenza delle merci d'esportazione e lo sviluppo dei grandi mercati commerciali d'importazione.

\*

Il tema 9° ed ultimo, riguardante *i progressi delle applicazioni meccaniche agli attrezzi impiegati nel servizio dei porti*, non ebbe che una sola relazione, ed essa fu limitata agli apparecchi di sollevamento, di portata non maggiore di 3000 kg. Ma a riguardo di questo tema la discussione si è ristretta al paragone fra le gru a vapore, le idrauliche e le elettriche.

Questo argomento fu ampiamente svolto da persone competenti, poichè da una parte erano gli ingegneri che giornalmente le vedono operare sotto i loro occhi nel proprio servizio; dall'altra i costruttori che le forniscono.

Sebbene la Sezione non abbia preso deliberazione alcuna su questo argomento, stante la divergenza delle opinioni manifestate e la scarsità degli esperimenti, pure ne scaturisce la convinzione che le gru elettriche, per quanto di data troppo recente, perchè la pratica abbia potuto famigliarizzarsi, con esse, non tarderanno, seguendo il progresso e raggiungendo maggiori perfezionamenti, ad emulare le gru a vapore e quelle idrauliche, per le quali non è ormai più possibile progresso alcuno.

\*

In un'ultima parte del suo diligente resoconto, l'ing. G. Crugnola riassume dapprima tre conferenze tenutesi davanti al Congresso.

La prima è dell'ingegnere del Genio civile italiano, Paolo Emilio De Sanctis, sui lavori in corso di sistemazione del Tevere entro Roma, il quale dimostra, col mezzo di profili longitudinali, l'influenza benefica che i lavori eseguiti hanno sulle inondazioni e sul regime del Tevere.

La seconda è dell'ing. I. A. Ockerson sul Mississippi, del quale descrive i caratteri fisici ed i provvedimenti per la sua sistemazione ed il controllo del suo percorso.

La terza è dell'ingegnere francese Caméré, ispettore di Ponti e Strade, sui risultati ottenuti con una specie di battello dinamometrico, destinato a portare gli apparecchi occorrenti a determinare le condizioni di navigabilità dei fiumi, il che può ottenersi senza intralciare in alcun modo la navigazione, intercalando nei vari convogli il battello cogli apparecchi descritti dal signor Caméré, ed i quali erano stati presentati all'Esposizione Universale di Parigi.

Ed infine si leggono brevi ma interessanti ragguagli su tre escursioni organizzate dalla Commissione a favore dei congressisti; la prima, diretta a Douai, a visitarvi i docks ed i magazzini generali, la derivazione della Scarpe, e gli impianti per la trazione elettrica dei battelli che funzionano appunto su questa via di navigazione.

La seconda ebbe luogo sulla Senna, da Vernon a Rouen e da Rouen all' Havre per visitare i lavori eseguiti per assicurare alla Senna in tutto quel tratto la profondità d'acqua di m. 3,20; le conche di Notre Dame e quella di Ainfreville, dove si potè utilizzare per forza motrice la caduta dell'acqua e gli argani elettrici sollevano le paratoie anche coll'acqua a ridosso dall'altezza di m. 4,60; le conche di St-Aubin, il porto di Rouen col suo famoso ponte di trasbordo ed il cui traffico fluviale ha raggiunto nell'anno passato 1 600 000 tonnellate, superando di circa mezzo milione di tonnellate quello delle ferrovie.

La terza ebbe luogo all'Havre per visitare i lavori di miglioramento e sistemazione della Senna tra Rouen ed il mare.

Fu pure oggetto di vivissimo interesse per molti Congressisti la visita ad un battello rimorchiatore ad aderenza magnetica, il quale fa servizio sulla Senna da alcuni anni, nel quale la catena si avvolge sul tamburo solo per tre quarti di giro, e la necessaria aderenza è ottenuta magnetizzando il tamburo stesso.

G. SACHERI.