



# L'INGEGNERIA CIVILE

B

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori

### COSTRUZIONI STRADALI

#### PONTE SULL'AGOGNA

in tre arcate di m. 10 cadauna,  
eseguitosi per la ferrovia Vercelli-Mortara  
tra Robbio e Nicorvo.

(Veggasi la Tav. XI)

Non sono sempre le costruzioni gigantesche, o quelle che presentano difficoltà speciali, che più attirano l'attenzione degli ingegneri e dei costruttori. Vero è che in fatto di costruzioni comuni il campo delle invenzioni è già da tempo mietuto e spigolato. Tuttavia crediamo bene registrare utili dati tecnici di opere eseguite con vera economia, senza detrimento della solidità. Tale è appunto il ponte sull'Agogna, della ferrovia Vercelli-Pavia.

Questa ferrovia attraversa il torrente Agogna, tra Robbio e Nicorvo, in località presso la Cascina Morra, ove il torrente stesso è abbastanza sistemato ed incassato.

Venne progettato ed eseguito un ponte a tre arcate di m. 10 di corda ciascuna, del quale diamo il disegno nella tavola annessa.

Le fondazioni delle pile e spalle si eseguirono mercè cassero o paratia, entro la quale, eseguito coi badiloni uno scavo di circa m. 2,30 sotto la risega, si batterono pali di rovere ed ontano della lunghezza di m. 4, la testa dei quali era alquanto superiore al piano del fondo dello scavo.

Versossi indi uno strato di calcestruzzo, con calce idraulica, di circa m. 2 di spessore. La risega è costituita da lastroni di pietra da taglio granitica, dello spessore di m. 0,30 e larghezza di circa m. 0,60.

L'opera fuori fondazione è totalmente eseguita in mattoni forti delle fornaci di Robbio e Nicorvo, con malta di sabbia dell'Agogna e calce idraulica di Casale. Non usossi la calce di Palazzolo che per il calcestruzzo delle pile e per poca muratura sul piano di risega.

La malta idraulica per le murature era composta di:

Calce di Casale in pasta . . . . . mc. 0,33, cioè 1[3  
Sabbia . . . . . » 0,66 » 2[3

Il calcestruzzo da gettarsi in acqua per le fondazioni delle pile e spalle era composto come segue:

Malta idraulica come sopra . . . . . mc. 0,55, circa 2[5  
Ghiaia vagliata . . . . . » 0,80 » 3[5

A salvaguardia delle fondazioni delle pile gettaronsi prismi artificiali di calcestruzzo a base triangolare con lato della lunghezza di m. 0,70, e lunghi m. 1,50; essi eseguiransi entro fosse scavate in terra, che riempivansi di calcestruzzo e coprivansi prima con uno strato di sabbia, indi con terra, non esportandosi che dopo circa sei mesi, onde acquistassero una certa consistenza.

L'opera venne eseguita negli anni 1881 e 1882 dall'Impresa Peregrini e Venturi, che aveva l'appalto del tronco Mortara-Robbio; l'Ufficio Tecnico Governativo di Mortara

Specificazione dei lavori		Quantità	Prezzo	Importo	
1	Scavo d'impianto all'asciutto . . . . .	M <sup>5</sup>	422.72	0.75	317.04
2	Scavo di fondazione subacqueo . . . . .	»	464.25	1.85	858.86
3	Legname scorzato di rovere lunghezza 4,50 a 4,00 . . . . .	»	42.148	130.00	5,479.24
4	Id. id. » ontano id. 4,00 » 3,50 . . . . .	»	8.363	119.60	1,000.21
5	Id. id. » acacia id. 2,51 » 5,00 . . . . .	»	2.376	124.80	296.52
6	Id. id. » id. id. 1,50 » 2,50 . . . . .	»	0.629	98.55	61.99
7	Legname grossamente squadrato di rovere . . . . .	»	3.090	102.60	317.03
8	Id. id. id. » pioppo . . . . .	»	2.048	60.60	145.92
9	Id. in tavoloni grezzi di rovere da 2,51 a 5,00 . . . . .	»	21.261	147.00	3,125.37
10	Id. » id. id. » pioppo » 1,50 » 2,50 . . . . .	»	5.141	81.10	416.93
11	Id. » id. id. » larice » 1,50 » 2,50 . . . . .	»	3.225	116.85	376.84
12	Id. » ic. id. » id. » 2,51 » 5,00 . . . . .	»	1.969	142.35	280.29
13	Tavolato con tavole grezze di pioppo di m. 0,04 . . . . .	M <sup>2</sup>	2.58	3.10	8.00
14	Ferro lavorato per bolzoni a dado e vite . . . . .	Kg.	2,592.19	0.90	2,332.97
15	Smalto di fondazione gettato in acqua . . . . .	M <sup>5</sup>	312.51	17.75	5,547.05
16	Compenso per lo smalto fatto con calce di Palazzolo . . . . .	»	40.01	2.75	110.03
17	Smalto in sacchi per gettata . . . . .	»	18.00	23.00	414.00
18	Compenso per i sacchi di tela . . . . .	N.	300.00	1.00	300.00
19	Gettata di prismi artificiali . . . . .	M <sup>5</sup>	95.40	25.00	2,385.00
20	Muratura di mattoni forti e malta idraulica . . . . .	»	875.50	21.25	18,604.37
21	Compenso per la muratura con calce di Palazzolo . . . . .	»	24.34	2.00	48.68
22	Id. per la muratura con mattoni speciali . . . . .	»	12.53	5.40	67.66
23	Cappa per i volti . . . . .	»	12.46	19.75	246.08
24	Ghisa per tubi . . . . .	Kg.	41.00	0.50	20.50
25	Pietra da taglio di granito a grana ordinaria . . . . .	M <sup>5</sup>	7.578	133.00	1,007.87
26	Id. » id. » id. » id. mezza fina . . . . .	»	36.330	143.50	5,213.35
27	Compenso per esaurimenti a m. 2,50 sotto le sorgive . . . . .	M <sup>2</sup>	47.11	20.00	942.20
28	Id. per centinatura di volti da m. 0,10 a m. 0,15 di corda . . . . .	»	152.23	13.50	2,068.60
29	Id. per maggiori scavi di fondazione subacquea . . . . .	»	52.33	1.85	96.81
Totale L.					52,089.41

aveva la direzione locale dei lavori, i quali vennero eseguiti con diligenza e con economia.

Il quadro che trovasi in fine della pagina precedente contiene le quantità di lavoro, prezzo ed importo del ponte di cui si tratta, secondo la liquidazione finale; da esso risulta che:

Il costo per metro lineare di ponte misurato sul parapetto ascese a . . . . .	L. 1,836 —
e per metro quadrato di ponte in elevazione, a partire dal piano di risega del calcestruzzo al piano delle rotaie, a . . .	» 127.90
Il costo delle fondazioni sole ascese in complesso a . . . . .	» 28,307.51
Quale costo ragguagliato a mq. della proiezione orizzontale della base del calcestruzzo ascende a . . . . .	» 221.82
Le spese di fondazione del ponte, ragguagliate per ogni mc. di calcestruzzo gettato in fondazione, ascendono a . . . . .	» 90.58

Ing. L. P.

## MACCHINE A VAPORE E STRADE FERRATE

### CONSIDERAZIONI TECNICHE ED ECONOMICHE

SULLE

#### FERROVIE FUNICOLARI A TRAZIONE DIRETTA DI BREVE LUNGHEZZA A FORTI PENDENZE

*dell'Ing. SIZIA FRANCESCO.*

Dallo studio molto accurato dell'ingegnere Mutinelli (1) sulle linee dell'Harz e di Ortelsbruch si rilevano i notevoli pregi che possono presentare le locomotive del tipo Abt ad aderenza ed ingranaggio (V. Nota I) per la trazione dei treni sopra forti pendenze.

Le numerose ed analoghe applicazioni fatte prima e dopo la costruzione di quelle due linee dagli ingegneri Marsh, Riggbach e Näff, Locher, dallo stesso Abt e da altri, confermarono come la locomotiva possa in molti casi opportunamente servire con completa sicurezza anche per valicare ripidi monti ed allacciare ferrovie separate da alte barriere, che le condizioni topografiche dei terreni possono frapportare, senza ricorrere all'impiego di lunghe gallerie, la cui esecuzione richiederebbe tempo assai ed immensi capitali (V. Nota II).

Un inconveniente però il sistema presenta, inerente alla sua natura, e consiste in una forte riduzione del suo effetto utile sulle linee a pendenze notevolmente elevate.

Una gran parte della forza vien destinata a fare un lavoro passivo per il rimorchio del peso della locomotiva in condizioni aggravate dalla riduzione di velocità richiesta dalla disposizione speciale dell'armamento a dentiera, e spesso anche dall'andamento serpeggiante del tracciato.

Tale inconveniente sussiste sempre in alta scala ed è di notevole aggravio all'esercizio:

Se si considera una tale locomotiva e si indica con:

L il lavoro in cavalli-vapore disponibile sull'asse delle sue ruote motrici;

P il suo peso in tonnellate;

$p$  il peso in tonnellate del convoglio utile rimorchiato;

$v$  la velocità di corsa del treno in metri per 1'';

$\mu$  l'inclinazione della strada;

$\rho$  il coefficiente di resistenza alla trazione per ogni tonnellata di macchina sopra una linea orizzontale;

$\rho'$  l'analogo coefficiente pel convoglio utile; avremo che, movendosi di moto uniforme il treno, dovrà sussistere la seguente eguaglianza:

$75L = v[P(1000 \text{ sen } \mu + \rho \cos \mu) + p(1000 \text{ sen } \mu + \rho' \cos \mu)]$   
e quindi:

$$p = \frac{75L}{v} - P(1000 \text{ sen } \mu + \rho \cos \mu) \\ \frac{1000 \text{ sen } \mu + \rho' \cos \mu}{}$$

dalla quale equazione si rileva come il peso utile rimorchiato  $p$  diminuisca col crescere del peso morto della macchina e dell'inclinazione della strada, ed oltre un valore anche non molto elevato di  $P$  e di  $\mu$  l'effetto utile di trazione del convoglio si riduca in modo da non rendere più pratico il sistema (V. Nota III).

Ora se a tale limitazione di  $P$  e di  $\mu$  si aggiunge la condizione di prezzo della forza motrice sviluppata dalla locomotiva e si tien conto che la costruzione della linea è aggravata essa pure dalla necessità di estendere lo sviluppo del tracciato per stabilire le curve e le livellette entro limiti possibili pel servizio con locomotive, si vede che il loro mezzo di trazione in certi casi può non essere economicamente ammissibile.

Sarà quindi di non poco interesse lo studio di altri sistemi di trazione atti a risolvere altrimenti il problema.

Vari sono i mezzi che furono escogitati per tale intento.

Lasciando però in disparte quelli (V. Nota IV) noti soltanto a titolo di esperimento, o che tutt'oggi sono ancora in progetto e gli impianti esclusivamente industriali, essi si riducono ai due seguenti sistemi:

1° *Sistema funicolare a trazione indiretta con locomotore;*

2° *Sistema funicolare a trazione diretta con contrappeso od a motore fisso.*

Il primo sistema di trazione si approssima a quello con locomotiva, essendo a questa sostituito un apparecchio analogo di rimorchio detto *Locomotore*, il quale riceve il lavoro dinamico da motrici fisse poste a distanza.

Il movimento della fune di una trasmissione telodinamica, situata lungo il piano inclinato, trasporta sulle puleggie del locomotore il lavoro delle motrici fisse, nello stesso modo che nella locomotiva gli stantuffi trasmettono ad uno o più assi il lavoro sviluppato nella caldaia solidale al carro.

Questo sistema, dovuto all'ingegnere Tommaso Agudio, è dunque una vera combinazione del sistema a locomotiva e del sistema ordinario a fune.

Come nella trazione per locomotiva, il locomotore rappresenta un peso morto da trasportare; ma tale peso è in parte indipendente dal lavoro che esso trasmette e molto piccolo relativamente a quello che corrisponderebbe alla locomotiva che fosse destinata alla trazione di uno stesso treno sopra una stessa forte pendenza.

Non mi fermerò ad esaminare i particolari di costruzione od a citare gli esperimenti fatti, i risultati ottenuti e le condizioni attuali d'esercizio di tale sistema funicolare, che da parecchi anni funziona, con piena soddisfazione del pubblico, sulla ferrovia Sassi-Superga presso Torino.

Valgono allo scopo le sottoindicate principali memorie redatte da insigni autori:

Relazione della Commissione Governativa Italiana a S. E. il Ministro dei Lavori Pubblici sul piano inclinato di Lanslebourg (1);

(1) Vedere *Giornale del Genio Civile*, anno 1887.

(1) Tipografia del *Giornale del Genio Civile*, anno 1876.

Considerazioni dell'ingegnere Colombo sul sistema funicolare di trazione dell'ingegnere T. Agudio (1);

Notizie tecniche dell'ingegnere A. Olivetti sulla ferrovia funicolare di Superga (2);

La ferrovia di Superga col sistema funicolare Agudio (3);

Traction par machines fixes, système de M. Agudio (4).

Dirò invece dell'altro sistema funicolare, ossia di quello a trazione diretta.

Le ferrovie funicolari a trazione diretta possono presentare la stessa sicurezza delle ferrovie a locomotive ed a locomotore.

La loro caratteristica sta in ciò, che mentre esse hanno limitata la lunghezza, pei motivi che vedremo in seguito, permettono una notevole inclinazione (che raggiunge fino il 60 per cento) ed un esercizio molto economico, essendo evitata la salita del peso morto del meccanismo di rimorchio.

Nella più parte dei casi la forza motrice è fornita unicamente dalla gravità: a tale effetto si dispone alla stazione superiore della linea una puleggia a gola, sulla quale passa una fune metallica, a ciascuna estremità della quale è attaccato uno o più veicoli, muniti di un serbatoio d'acqua (5).

Caricando il serbatoio dei veicoli che trovansi alla stazione superiore, si aumenta il loro peso per modo da superare quello dei veicoli della stazione inferiore e da determinare il movimento del sistema funicolare, obbligando i primi veicoli a scendere e gli altri a salire.

La velocità è regolata colla opportuna manovra di apparecchi frenatori, che possono essere applicati sia alla puleggia superiore di rinvio della fune, sia ai freni dei veicoli.

Questo mezzo di trazione a contrappeso, che permette di ridurre al *minimum* le spese di costruzione e soprattutto quelle di esercizio, quando si può procurare facilmente (6) l'acqua necessaria ed in quantità sufficiente alla stazione superiore, venne applicato nei piani inclinati di Giessbach, Bom-Jesus de Braga, Territet-Glion, Gütsch, Marzili-Berna, Biella, Lugano città, Biel-Magglingen, Mondovì, Ems-Malberg, Durlach-Thurmberg, Wiesbaden-Néroberg, Zürichberg, Heidelberg-Castello, Beatenberg, Thonon-Rives, Ecluse-Plan, Genova (Sant'Anna), Lauterbrunnen-Grütschalp, Salzburg, ecc.

Invece del contrappeso come mezzo di trazione si possono usare unicamente motori fissi, i quali agiscano direttamente o sulla puleggia di rinvio della stazione superiore — funicolari di Liverpool, Glasgow, Pittsburgh, Chiaia e Montesanto (Napoli), Lyon a Fourvière et Saint-Just, Croix-Rousse (Lione), Ofen, Santos, Bergamo, Bürghenstock, ecc.; — oppure sopra una puleggia di avvolgimento della fune

(1) Tipografia del Politecnico di Milano, anno 1866.

(2) Casanova, Editore, Torino, anno 1885.

(3) *Giornale dei Lavori Pubblici e delle Strade ferrate*, anno 1884.

(4) *Voie, Matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer*, par M. Ch. COUCHE. Livre III, chap. XVI, pag. 765.

(5) In alcune linee con tracciato speciale si riscontra anche la fune di trazione continua. La Beatenbergbahn sul lago di Thoun ne fornisce un esempio.

(6) Per alcune funicolari, non avendo trovata l'acqua in quantità sufficiente alla stazione superiore, viene ad essa inviata dal basso col mezzo di pompe. Questa disposizione è usata nelle funicolari Ems-Malberg, Heidelberg, Wiesbaden-Néroberg, Durlach-Thurmberg, Biel-Magglingen, ecc., ed è degno di nota che per alcune di esse si trovò la convenienza di fare grandiosi impianti di pompe mosse con motori unicamente a vapore (come nella Biel-Magglingen), anzichè impiegare altri mezzi di trazione.

Vedremo in seguito come alcune linee siano munite di una simile conduttura, destinata però soltanto a garantire alla stazione superiore l'acqua necessaria nei casi di accidentale mancanza di quella normalmente impiegata.

a metà della linea — funicolare Paradiso-S. Salvatore (Lugano); — o finalmente sopra una puleggia situata alla stazione inferiore, ed applicando in tal caso una fune continua per l'attacco dei veicoli — funicolari di Piovene, Koenigsberg (Buda).

L'ing. Tommaso Agudio propone poi ancora l'impiego contemporaneo dei due mezzi di trazione ora esposti, cioè del contrappeso e del motore fisso. In una sua memoria sopra una ferrovia funicolare da *touriste* fra Como e Brunate (1), secondo un tracciato già studiato dai signori fratelli Villoresi, premesso che alla sommità di quella linea difficilmente si potrà avere disponibile una quantità d'acqua perenne e sufficiente pel movimento dei treni, egli propone due serbatoi a ciascun capo della linea, ed il sistema di trazione analogo a quello a contrappeso d'acqua, con fune però continua ed avvolgentesi alla stazione inferiore attorno ad una puleggia motrice.

L'acqua che viene introdotta nel recipiente sottostante al pavimento delle vetture è destinata solo a completare il carico delle due vetture che si muovono in senso contrario.

Alla puleggia inferiore, mossa da un motore a vapore, è affidato il movimento dei veicoli, vincendo gli attriti degli assi di rotazione e dell'intero sistema funicolare.

Applicando questo sistema ad una linea da *touriste*, come sarebbe la Como-Brunate, secondo il progetto dell'ingegnere T. Agudio, avverrà d'ordinario che nelle ore del mattino il serbatoio superiore fornirà al recipiente delle vetture discendenti, vuote di persone, un carico d'acqua, che andrà a versarsi sul serbatoio inferiore, perchè le vetture saliranno in generale cariche di persone. Avverrà pure che l'effetto contrario si verificherà verso sera, in cui le vetture, salendo vuote di persone, restituiranno al serbatoio superiore quell'acqua che gli venne presa al mattino.

Cosicchè verificandosi uno stesso numero di persone in salita ed in discesa nella giornata, si dovrebbe anche avere una stessa massa d'acqua traslocata nei due sensi, e non occorrerebbe che compensarla delle perdite mediante un piccolo motore, quando non si potesse procurare acqua altrimenti alla stazione superiore.

Si comprende che con questa compensazione fra i pesi delle persone ed i carichi d'acqua, venendo ad equilibrare fra loro le vetture in moto, il lavoro motore della macchina fissa, occorrente per fare la corsa, si ridurrà a ben poco, quando minime sono le resistenze passive lungo il piano.

Questi sistemi funicolari a trazione diretta non permettono però, come in certi casi può essere desiderabile, di collegare anche le linee destinate a superare forti pendenze colle altre che ad esse possono trovarsi vicine, e di disporre gli impianti in modo da eliminare i trasbordi e le lunghe fermate pel passaggio da una linea all'altra, che oltre ad essere onerosi, sono poco graditi dal pubblico.

Ma se tale disposizione costituisce una condizione *sine qua non* per le linee destinate al collegamento di altre reti ferroviarie di grande traffico, può essere di importanza secondaria, sia quando la ferrovia a forte pendenza non ha per iscopo il transito di veicoli di altre linee, sia quando la natura del traffico su di essa riveste un carattere del tutto locale e diverso da quello delle linee attigue.

Per soddisfare alla condizione dell'allacciamento non si hanno per ora altri mezzi che l'impiego di locomotive o locomotori, sviluppando il tracciato in modo da ridurre le livellette e le curve nei limiti voluti pel transito dei treni trainati con tali apparecchi di rimorchio.

(1) *Memoria tecnica*, in data Torino 23 aprile 1892, sulla ferrovia funicolare Como-Brunate, per l'ing. T. AGUDIO. — Torino, Tipografia Fratelli Pozzo.

Sistema di trazione	Indicazione delle linee	Data di apertura delle linee allo esercizio	Lun- ghezza t tale delle linee	Diffe- renza di livello fra le stazioni estreme	Pendenza per 0/100		Media gior- naliera dei treni (IV)	Composizione media dei treni (IV)					
					media	massima		Assi		Media assi dei veicoli per treno	Posti per carrozza e per asse	Portata dei carri per asse	Tara dei treni (V)
								Carrozze	Carri				
Locomotiva ad aderenza ed ingranaggio	Rigi (I) . . . . .	23-V-71	6858	1310	191	250	9.83	1.90	0.28	2.18	26.50 (1)	3.00 (1)	19.131
	Arth-Rigi (I) . . . . .	27-VI-73	11477	1330	116	200	6.45	1.94	0.52	2.46	21.36 (1)	3.75 (1)	20.969
	Rorschach-Heiden (I) . . . . .	6-IX-75	7108	383	54	90	7.33	2.49	1.55	4.04	24.11 (1)	3.00 (1)	30.241
	Pilatus (I) . . . . .	4-VI-89	4270	1628	381	480	8.17	2.00 (3)	—	2.00	16.00	—	9.297
	Generoso (I) . . . . .	1-VI-90	8991	1319	147	220	7.45	3.04	0.54	3.58	13.42 (1)	3.00 (1)	17.050
Funicolare con locomotore e motrice fissa a vapore alla stazione inf.	Sassi-Supergera (II) . . . . .	24-V-84	3170	419	133	200	7.47	4.28 (5)	0.28 (5)	4.56 (5)	10	0.30	20.290
Funicolare a trazione diretta con motrice a vapore alla stazione superiore	Lyon- S.t-Just } Lyon-Minimes . . . . . (III) Minimes-Saint-Just.	1-VIII-78	408	73	182	200	276	4	2	6	35	4.00	30.100
			414	25	60	61	177	2	2	4	50 (7)	4.00	17.100 (7)
	Vomero (Napoli) } Chiaja . . . . . (III) Montesanto . . . . .	17-X-89	541	161	298	298	134	4	—	4	30	—	18.400
30-V-91	849	180	201	231	112	4 (10)	—	4 (10)	30	—	—	18.400	
Funicolare a trazione diretta con motrice idraulica alla stazione superiore	Lausanne-Ouchy (I) . . . . .	16-III-77	1795	134	75	116	89.12	5.06	0.39	5.45	17.27	3.83	18.000
Funicolare a traz. diretta con mo- trice elettrica alla } stazione sup. staz. di mezzo	Burghenstock (I) . . . . .	7-VII-88	827	441	533	575	17.58	2	—	2	16	—	4.000
	Paradiso-S. Salvat. (Lugano) (I) . . . . .	27-III-90	1507	602	400	600	22.33	2	—	2	16	—	4.500
Funicolare con trazione diretta ed a contrappeso d'acqua	Giessbach (I) . . . . .	21-VII-79	320	90	282	320	19.07	2	—	2	20	—	5.300
	Territet-Glion (I) . . . . .	19-VIII-81	599	302	504	570	35.01	2	—	2	12	—	8.000
	Gütsch (I) . . . . .	22-VIII-84	142	75	528	530	46.75	2	—	2	12	—	4.100
	Mazili (Berna) (I) . . . . .	18-VII-85	101	32	302	302	270.18	2	—	2	7	—	3.500
	Biella (III) . . . . .	6-XII-85	177	58	327	327	95.00	2	—	2	15	—	5.025
	Lugano (città) (I) . . . . .	8-XI-86	237	57	235	238	172.06	2	—	2	20	—	4.800
	Biel-Magglingen . . . . .	1-VI-87	1625	443	273	320	12.84	2	—	2	25	—	9.750
	Zürichberg (I) . . . . .	8-I-89	163	38	235	260	259.96	2	—	2	16	—	6.800
	Beatenberg (I) . . . . .	21-VI-89	1600	541	338	400	16.26	2	—	2	25	—	8.790
	Mondovi (III) . . . . .	23-XII-89 (15)	533	137	257	360	170.00	2	—	2	23	—	7.630
	Ecluse-Plan (Neuchâtel) (I) . . . . .	25-X-90	368	109	214	370	87.51	2	—	2	16	—	7.500
Genova (Sant'Anna) (III) . . . . .	25-XI-91	362	56	154	194	270.00	2	—	2	20	—	5.756	

(I) Secondo la statistica ufficiale del 1890.

(II) Secondo la statistica ufficiale del 1891 in corso di compilazione.

(III) Secondo informazioni assunte.

(IV) Sono computate per due treni la salita e discesa simultanea delle vetture delle funicolari a trazione diretta.

(V) Compreso il peso delle locomotive in servizio; escluso il peso della fune per le funicolari ed anche il carico d'acqua per quelle a contrappeso.

(1) Una parte delle merci sono trasportate nelle carrozze.

(2) Oltre all'importo di L. 2,089,797 vennero spese L. 120,000 per l'impianto dell'albergo e ristorante a Vitznau e L. 25,500 per immobili a Vitznau ed a Freiberger.

(3) Una locomotiva ed una carrozza formano insieme un sol veicolo a due assi motori e due assi portanti; questi ultimi sono computati per la carrozza. Per l'uso di sole carrozze si può ritenere che 1/6 circa degli assi in composizione dei treni spettano al trasporto delle merci.

(4) Nell'importo di L. 2,000,000 non è compresa la spesa per la costruzione dell'albergo e degli altri fabbricati attigui alla stazione di Supergera di proprietà dell'Amministrazione della ferrovia.

(5) Nell'anno 1891 percorsero l'intera linea 1846 vetture grandi a

4 assi, 1360 vetture piccole a due assi e 394 carri a due assi, formando 2730 treni.

(6) La rilevante spesa d'impianto è dovuta in gran parte alle espropriazioni, essendo la linea in città e passante sotto costruzioni importantissime, che richiesero m. 687,82 di galleria a due binari.

(7) Il materiale rotabile dei treni da Lyon a Minimes si compone di una carrozza a due assi (contenente 100 posti), un vagone merci, una carrozza del peso di 12 tonnellate (contenente 40 posti), detta « Truc compensatore ». Sulla tratta da Minimes a S.t-Just percorrono gli stessi veicoli, meno il « truc compensatore ».

(8) Nell'importo di L. 2,250,000 sono comprese L. 1,100,000 per le opere d'arte e L. 450,000 per il materiale rotabile, mobili, attrezzi, motori, funi ed armamento.

(9) Nell'importo di L. 2,895,000 sono comprese L. 1,300,000 per le opere d'arte e L. 495,000 per il materiale rotabile, mobili, attrezzi, motori, funi ed armamento.

(10) Alle due vetture a due assi se ne potrebbe aggiungere un'altra analoga.

(11) La rilevante spesa d'impianto è dovuta in gran parte alla costruzione di una grande galleria sotto la stazione della ferrovia Sviz-

Spesa d'impianto					Spesa annuale d'esercizio						Spese di esercizio per asse di treno utile e	
Linea, stazioni e materiale d'arm.	Materiale rotabile, mobili, attrezzi, motori e funi per le funicolari	Totale per intera linea	Totale per chilom. di linea	Totale per metro di dislivello	Amministrazione generale	Mantenimento e sorveglianza	Movimento e traffico	Trazione e materiale	Spese diverse	Totale	per chilometro di linea	per ogni 100 metri di dislivello
*lire	lire	lire	lire	lire	lire	lire	lire	lire	lire	lire	lire	lire
1624910	464887	2089797 (2)	304723	1595	18221	44977	34937	94715	104129	296980	5.42	<b>2.84</b>
5767338	375757	6143095	459628	4619	18882	40685	25509	52810	5462	138348	1.99	<b>1.72</b>
1939113	220887	2160000	370284	5639	8453	22911	8860	37893	5612	83729	1.11	<b>2.05</b>
1973088	338367	2311455	528051	1420	19751	12550	18337	65752	10356	126746	4.25	<b>1.11</b>
1517568	300723	1818291	201445	1378	7163	5751	7420	27089	3162	50585	1.02 (19)	<b>0.64 (19)</b>
—	—	2000000 (4)	630915	4773	9640	10978	5195	24942	2516	53271	1.37	<b>1.04</b>
3458961 (6)	241039	3700000 (6)	4501216 (6)	37755 (6)	19850	17930	54617	43250	—	129647	0.37	<b>0.26</b>
—	—	2250000 (8)	4158964 (8)	13975 (8)	—	—	—	—	—	80000	0.75	<b>0.25</b>
—	—	2895000 (9)	3409894 (9)	16083 (9)	—	—	—	—	—	80000	0.57	<b>0.27</b>
3045047 (11)	340912	3385959 (11)	1378648 (11)	25268 (11)	9420	8331	31552	53980	5032	108315	0.34	<b>0.45</b>
197000	149000 (12)	346000	416366	784	2730	1482	2654	2970	134	9970	0.94	<b>0.18</b>
552937	33685 (13)	586622	384923	974	3461	3331	2816	9318	2630	21556	1.04 (19)	<b>0.29 (19)</b>
125400	24600	150000	453172	1666	—	—	—	—	—	2911	0.66	<b>0.23</b>
434591	35900	470431	785461	1557	3244	3954	12420	5159	5063	29843	1.95	<b>0.38</b>
71198	14802	80000	589041	1146	1683	3959	1410	5010	1072	13134	2.71	<b>0.51</b>
48725	20373	69098	658076	2159	237	1375	5614	326	759	8311	0.42	<b>0.13</b>
100000	28000	128000	723166	2207	—	—	—	—	—	6890	0.47	<b>0.17</b>
161631	23680	185311	762597	3251	910	1513	7059	1805	770	12057	0.40	<b>0.17</b>
383327	66673	450000	275366	1015	1959	3605	2454	8619	3604	20241	1.05	<b>0.48</b>
235706 (14)	23642	259348 (14)	1516655 (14)	6824 (14)	4559	4418	6438	11028	2733	29176	0.94	<b>0.40</b>
478246	192600	670846	416674	1240	5222	2937	18546	2521	2986	27212	1.43	<b>0.42</b>
—	—	310000	581613	2262	1009	4000	9000	8000	2000	24000	0.72	<b>0.14</b>
164517	25173	189690	500501	1740	130	925	4910	121	766	6852 (16)	1.60 (19)	<b>0.54 (19)</b>
—	—	400000 (17)	1104972 (17)	7142 (17)	—	—	—	—	—	(18)	—	—

zera occidentale (Jura-Simplon) e sotto un quartiere della città di Lausanne, le cui case subirono durante i lavori degli scoscendimenti che diedero luogo a numerose domande di indennità e compensi. Nell'importo della spesa d'impianto della linea non è compreso l'ammontare dei lavori accessori fatti dalla stessa Amministrazione della funicolare per la condotta dell'acqua di Bret e per acquisto di immobili.

(12) Il movimento della funicolare si ottiene con una turbina da 120 a 150 cavalli e mediante una coppia di dinamo alla distanza di 4 chilometri.

(13) Il movimento della funicolare si ottiene da 9 chilometri di distanza con una turbina ed una coppia di dinamo.

(14) La rilevante spesa di costruzione della linea è dovuta in gran parte alle espropriazioni dei terreni ed alle opere d'arte, fra le quali è degno di nota il cavalcavia sulla Hirschengraben. In detta spesa non è compreso il costo dell'edificio costruito alla stazione inferiore sul Limmatquai.

(15) Con Decreto ministeriale in data 7 settembre 1886 fu autorizzata la costruzione e l'esercizio provvisorio della funicolare di Mondovì secondo il progetto Ferretti, e se ne intraprese l'esercizio. Nel 1889 esso venne sospeso per completa modificazione nell'impianto della linea.

Con Decreto del Prefetto di Cuneo, in data 22 dicembre 1889, venne permessa la riapertura all'esercizio della linea alla Società Monregalese per opere pubbliche e con altro Decreto Ministeriale, in data 8 febbraio 1890, si rese inefficace la precedente autorizzazione ministeriale, approvando il nuovo impianto, al quale si riferiscono i dati sopra riportati.

(16) I dati statistici per questa linea si riferiscono ad un esercizio di circa due mesi eseguito in condizioni del tutto eccezionali, essendosi pagato il personale per circa 5 mesi. Nell'autunno del 1891 venne sospeso l'esercizio e si eseguirono parecchie modificazioni alla linea ed al materiale rotabile; il loro importo non figura però nel presente quadro.

(17) La linea venne costruita per due binari. Il corpo stradale è in massima parte in rilevato, sorretto da due muri di sostegno, lunghi circa 100 metri e da due viadotti in muratura della lunghezza complessiva di circa 160 metri. A queste opere d'arte è dovuta in massima parte la rilevante spesa di costruzione.

(18) Non si conosce la spesa annuale d'esercizio, essendosi solo aperta la linea nel novembre 1891.

(19) Prendendo per spesa d'esercizio la spesa totale incontrata nel 1890, ragguagliata all'anno intero.

Si dovrebbe cioè progettare la linea a seconda delle condizioni del terreno, o per locomotive ad aderenza, o per locomotive ad ingranaggio, o per locomotive ad ingranaggio ed aderenza, atte a passare senza difficoltà dalla via ad aderenza a quella a dentiera, o per locomotori mossi da una trasmissione telodinamica o dall'energia elettrica.

Quando l'allacciamento non può aver luogo per mancanza di altre linee, o non è di importanza essenziale, converrà esaminare fra i sistemi di trazione per forti pendenze quali permettono una minore spesa d'impianto ed il maggior rendimento economico nell'esercizio, tenute presenti le esigenze locali del traffico.

I diversi sistemi di trazione, a locomotiva od a fune con trazione diretta o con locomotore, per ciò che concerne i limiti economico-pratici della loro applicazione, hanno una loro speciale caratteristica.

Per la locomotiva essa consiste nella limitazione dell'inclinazione e del peso dei treni; per la trazione funicolare diretta essenzialmente nella lunghezza della linea; per la trazione con locomotore nella lunghezza della linea ed in parte anche nell'inclinazione e nel peso dei treni se, come nella ferrovia di Superga, non viene utilizzata la forza di gravità dei treni discendenti.

Qualunque sia il sistema funicolare usato si hanno necessariamente delle perdite di lavoro crescenti colla lunghezza della strada, che, oltre un certo limite, mettono questo modo di trazione nelle condizioni di un effetto utile del tutto sfavorevole, e paragonabile a quello delle locomotive funzionanti sulle pendenze di inclinazione eccessiva.

La questione della lunghezza si posa quindi per la trazione funicolare, come la questione dell'inclinazione per la locomotiva.

Consideriamo un piano inclinato esercitato, sia col mezzo di meccanismi di rimorchio, locomotiva o locomotore, sia col sistema di trazione funicolare diretta, e chiamiamo con:

R la somma delle resistenze passive, riportata al centro di gravità del convoglio, sia degli organi del meccanismo di rimorchio, sia della trasmissione funicolare;

r il coefficiente di resistenza alla trazione per ogni tonnellata di convoglio, già stimata parallelamente al piano della strada;

π il peso da vincere della fune sulla pendenza considerata.

L'espressione più generale dell'effetto utile caratteristico di qualunque sistema di trazione sarà espresso da:

$$\epsilon = \frac{p r}{(P + p) r + R + \pi}$$

in cui p e P hanno i valori già fissati precedentemente.

Per la trazione con locomotiva o con locomotore si avrà π = 0. Chiamando R<sub>1</sub> il valore di R in questo caso, si avrà:

$$\epsilon_1 = \frac{p r}{(P + p) r + R_1}$$

Per la trazione funicolare diretta con fune non continua, si avrà P = 0. Chiamando R<sub>2</sub> il valore di R in questo caso, si avrà:

$$\epsilon_2 = \frac{p r}{p r + R_2 + \pi}$$

Pel caso di fune continua, ponendo R = R<sub>3</sub> e π = 0:

$$\epsilon_3 = \frac{p r}{p r + R_3}$$

Dall'esame dei diversi valori di ε<sub>1</sub>, ε<sub>2</sub> ed ε<sub>3</sub> si rileva che fino a tanto che:

$$P r + R_1 \begin{cases} > R_2 + \pi \\ > R_3 \end{cases}$$

il sistema di trazione diretta è sempre meccanicamente il più conveniente.

Ciò spiega il motivo per cui a Glasgow, dopo due anni di esercizio con locomotive sopra una linea di due chilometri circa e colla pendenza del 24 per mille, si ritornò al sistema della semplice fune, e come dall'allegato prospetto risultò che in generale per brevi tronchi di linea è molto più economico l'esercizio col mezzo delle ferrovie funicolari a trazione diretta, che non cogli altri sistemi a locomotiva od a locomotore.

Tale economia si rende poi viepiù manifesta, se scopo della linea è la diretta comunicazione di due punti posti, oltre che a breve distanza, anche a relativamente grande dislivello fra loro e con traffico tale da richiedere frequenti corse di salita e discesa.

Torino, 1° ottobre 1892.

NOTA I. — L'ingegnere Mutinelli, nella memoria sopra citata, riassume la storia delle ferrovie con locomotive ad ingranaggio ed ammette che questo sistema, messo in pratica in America nel 1847 e nella forma datagli da Silvestro Marsh per la ferrovia del Monte Washington, venne, per opera di N. Riggenbach, trapiantato e diffuso in Europa. Parrebbe quindi che solo dopo il successo della ferrovia del Monte Washington il signor Riggenbach abbia intrapreso lo studio delle ferrovie con locomotive ad ingranaggio. In proposito giova osservare che la ferrovia del Washington venne aperta per una prima parte nell'agosto 1868 ed un anno dopo nella sua lunghezza totale, mentre il signor Riggenbach prese il brevetto del suo sistema, che venne inaugurato colla ferrovia del Righi il 21 maggio 1870, fin dal 12 agosto 1863, sotto il titolo: *Nouveau système de voie et de locomotive destinées au franchissement des montagnes*, facendo l'elezione del suo domicilio nell'ufficio di M. André Koechlin et C. a Mulhouse. Sembra quindi ben difficile che il signor Riggenbach abbia potuto valersi dell'opera di Silvestro Marsh nell'applicazione del suo sistema, che rapidamente si estese, come si rileva dal seguente prospetto:

Prospetto delle linee con locomotive ad ingranaggio secondo il tipo Riggenbach al principio dell'anno 1889.

N. d'ordine	DENOMINAZIONE DELLA LINEA	Anno di apertura	Lungh. in Km.	Pendenza p. 0/0	Osservazioni
1	Vitznau-Righi . . . . .	1870	7	25	unicam <sup>te</sup> a dentiera
2	Ostermündingen-Berna . . . . .	1870	2	10	sistema misto
3	Vienna-Kahlenberg . . . . .	1872	5	11	unicam. a dentiera
4	Pesth-Schwabenberg . . . . .	1872	4	11	» »
5	Rorschach-Heiden . . . . .	1874	6	9	sistema misto
6	Arth-Righi . . . . .	1874	9	21	unicam. a dentiera
7	Wasseraffingen, Wurtemberg	1876	2	7.8	sistema misto
8	Ruti, Zurigo . . . . .	1877	2	10	» »
9	Laufen, Berna . . . . .	1878	1	5	» »
10	Friedrichsegen sul Lahn . . . . .	1880	3	10	» »
11	Petropolis, Brasile . . . . .	1882	7	15	unicam. a dentiera
12	Corcovado, Brasile . . . . .	1883	3.5	30	» »
13	Königswinter Drachenfels . . . . .	1884	2	20	» »
14	Rudesheim-Niederwald . . . . .	1884	2.4	20	» »
15	Stuttgart-Degerloch . . . . .	1885	2	17.2	» »
16	Zakarotz, Ungheria . . . . .	1885	5.5	8	sistema misto
17	Assmannshausen-Niederwald	1885	1.5	20	unicam. a dentiera
18	Napoli-Salvator Rosa . . . . .	1886	0.8	7	sistema misto
19	Salzbourg-Gaisberg . . . . .	1887	5.5	25	unicam. a dentiera
20	Langres, Francia . . . . .	1887	1.5	17.2	sistema misto
21	Padang, Sumatra . . . . .	1889	3.0	8	» »
22	Königswinter-Petersberg . . . . .	1889	1.3	26	unicam. a dentiera
23	Jenbach-Achensee, Tirolo . . . . .	1889	3.3	16	sistema misto

NOTA II. — È noto che in America, per allacciare la linea Buenos-Ayres-Mendoza colla Valparaiso-Santa Rosa, si è ricorso ad un trac-

ciato di 105 chilometri, attraverso alle Ande, impiegando la locomotiva ad ingranaggio ed aderenza secondo il tipo Abt. Essa è destinata al rimorchio di treni di 70 tonnellate sulla pendenza dell'8 per cento.

Troppo a lungo andrei se citassi anche solo le più note ed importanti linee a dentiera con servizio di locomotive. Per dimostrare come esse abbiano preso in pochi anni un rapido sviluppo, mi limiterò a segnalare quelle in esercizio, in costruzione ed in progetto con regolare concessione al 1° agosto 1891 in Svizzera.

LINEE IN ESERCIZIO	Data d'apertura all'esercizio	Pendenza massima per 0,00	Lunghezza		Scartamento del binario
			della linea in esercizio	della parte a dentiera	
Rigibahn . . . . .	23-V-71	250	7	7.1	1.435
Arth-Rigibahn . . . . .	27-VI-73	200	12	8.7	»
Rorschach-Heiden-Bahn . . . . .	6-IX-75	90	7	4.0	»
Brünigbahn . . . . .	14-VI-88	120	58	9.0	1.000
Pilatusbahn . . . . .	4-VI-89	480	5	4.3	0.800
Appenzeller Strassenbahn	1-X-89	90	14	3.3	1.000
Generoso . . . . .	1-VI-90	220	9	9.2	0.800
Berner Oberland-Bahnen.	1-VII-90	120	24	4.3	1.000
Viège-Zermatt . . . . .	3-VII-90	120	36	8.7	»

LINEE IN PROGETTO CON REGOLARE CONCESSIONE	Data della concessione	Massima pendenza per 0,00	Lunghezza		Scartamento del binario
			totale della linea	della parte a dentiera	
Maloja Castasegna . . . . .	23-XII-85	100	20	13.0	1.000
Brig-Airolo (Rhonabahn) . . . . .	23-XII-85	60	61	18.6	1.435
Schnyge Platte-Bahn (*) . . . . .	29-IV-87	250	7.2	7.2	0.800
Appenzell Gais . . . . .	23-VI-87	66	5	1.7	1.000
Appenzell-Wagenlucke (Säntis)	23-VI-87	185	15	9.0	»
Neuchâtel-Cortailod-Boudry (*)	23-III-88	86	11	0.6	»
18-XII-88					
Brienz-Rothhornbahn (*) . . . . .	20-XII-89	250	7.9	7.9	0.800
Glion-Rochers de Naye (*) . . . . .	17-VI-90	220	7.2	7.2	»
Wengernalpbahn (*) . . . . .	27-VI-90	250	18.2	18.2	»
Montreux-Montbovon . . . . .	26-IX-90	120	17.8	17.8	1.000
Wimmis-Niesen . . . . .	9-X-90	300	7.2	7.2	0.800
Stansstad-Engelberg . . . . .	10-X-90	150	22	6.4	1.435
Göschenen-Andermatt . . . . .	10-X-90	200	4	2.5	1.000
Brunnen-Morschach-Frohnapf . . . . .	14-IV-91	260	9.2	9.2	0.800

(\*) Linee in costruzione.

NOTA III. — Leggo in una memoria gentilmente avuta dall'ingegnere Riggenbach e da lui pubblicata nel 1889 sotto il titolo: *Chemins de fer à fortes pentes et à crémaillère*, quanto segue:

« Sur des rampes de 2,5 pour cent, les locomotives à crémaillère traînent déjà plus que les locomotives à adhérence. Ces locomotives peuvent être établies pour développer un effet de traction maximum de 6500 à 7500 Kilogr.

Avec la crémaillère, ces locomotives peuvent traîner sur une rampe de:

5 % en plus de leur poids une charge de 5.4 fois leur propre poids,	
7 » » » » 3.6 » » »	
10 » » » » 2.6 » » »	
15 » » » » 1.5 » » »	
20 » » » » 0.86 » » »	
25 » » » » 0.64 » » »	

à une vitesse de 7 Kilomètres à l'heure et avec une consommation de combustible de 2 à 2,5 Kilogrammes par cheval et par heure ».

NOTA IV. — Il signor Couche, nel volume III della sua pubblicazione: *Voie, Matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer*, cita in proposito i seguenti sistemi:

- 1° *Système atmosphérique proprement dit;*
- 2° *Système atmosphérique à tube-enveloppe ou pneumatique;*
- 3° *Système de propulsion par action immédiate de l'eau sur le train.*

Essi presero da principio tanta voga da minacciare l'abbandono degli altri mezzi di trazione sulle linee a forti pendenze.

I molti inconvenienti però che manifestarono nella loro applicazione, come le grandi spese d'impianto, la limitazione del carico e più ancora

la forte spesa necessaria per tenere le macchine aspiranti o prementi sempre in istato di agire, mentre in effetto devono in generale lavorare solo a lunghi intervalli, dimostrarono la loro poco pratica utilità.

Interessando, a titolo di rivista, o per lo studio di qualche linea in condizione del tutto eccezionale, il loro esame, potrà il lettore valersi della citata pubblicazione, nella quale, oltre alla descrizione dei tre sistemi, è fatto cenno a varie loro applicazioni, che permisero di giudicarli con piena conoscenza di causa.

Il 4 aprile 1891 venne concessa dal Dipartimento Federale delle Poste e Ferrovie della Svizzera la costruzione e l'esercizio di una ferrovia tubolare per la salita sul monte Jungfrau. Presentemente però i lavori non sono ancora intrapresi. Il lettore potrà avere un'idea del progetto consultando il *Giornale dei Lavori Pubblici*, anno 1890, pag. 427.

## ELETTRICITÀ

### CAMPO ELETTTRICO ROTANTE E ROTAZIONI DOVUTE ALL'ISTERESI ELETTROSTATICA

Nota dell'ing. RICCARDO ARNÒ (1).

Nelle note sue ricerche sulle rotazioni elettro-dinamiche prodotte per mezzo di correnti alternate (2) il prof. Galileo Ferraris dimostrava che per mezzo di due semplici correnti alternate, operanti in spirali immobili, si può generare un campo magnetico rotante ed ottenere quindi, in grazia degli stessi fenomeni d'induzione che si presentano nell'antica e classica esperienza di Arago, la rotazione di un corpo conduttore, per esempio di un cilindro di rame, collocato in quel campo. In una delle sue esperienze fondamentali il Ferraris dimostrava però ancora che in un campo magnetico rotante un cilindro di ferro si pone in rotazione, anche quando esso è sezionato per modo che non si possano produrre correnti indotte di Foucault: in questo caso egli notava essere la rotazione dovuta all'isteresi magnetica, al ritardo, cioè, col quale la magnetizzazione del ferro segue la rotazione del campo magnetico.

Le mie esperienze furono intraprese seguendo quest'ordine d'idee e mettono in chiaro che fenomeni corrispondenti a quelli che si verificano nell'esperimento del cilindro di ferro sezionato, si presentano allorchando si sostituiscono alle forze magnetiche forze elettriche ed ai corpi magnetici corpi dielettrici.

Che nei mezzi dielettrici, sotto l'influenza di un campo elettrostatico alternativo, si verifichi un fenomeno di *isteresi elettrostatica*, analogo a quello di isteresi magnetica, che si presenta nei corpi magnetici collocati in un campo magnetico alternativo, risultava di già, anche prima delle esperienze del signor Proteus Steinmetz (3), per il semplice fatto che nel dielettrico di un condensatore, inserito nel circuito di una forza elettromotrice alternativa, avviene un consumo di energia, che si manifesta con una produzione di calore nel coibente. Era quindi facile prevedere che un fenomeno analogo a quello della rotazione di un cilindro sezionato di materia magnetica si sarebbe dovuto ottenere sperimentando sopra un cilindro di materia isolante collocato in un campo elettrico rotante. Anche in questo caso la rotazione del cilindro dovrebbe infatti avvenire in grazia del ritardo con cui la polarizzazione del dielettrico segue la rotazione del campo elettrico a cui è dovuta.

Ciò posto, era naturale che, per verificare sperimentalmente queste previsioni, io ricorressi a considerazioni ed a disposizioni analoghe a quelle di cui si servì il professor Ferraris nelle sue esperienze sulle rotazioni elettro-dinamiche. Se, infatti, in un punto O (fig. 166) si sovrappon-

(1) Dagli *Atti della R. Accademia dei Lincei*, vol. I della Serie 5<sup>a</sup>, 2° semestre 1892. Lavoro eseguito nel Laboratorio di Elettrotecnica del R. Museo Industriale Italiano in Torino.

(2) *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino*, vol. XXIII, p. 360.

Veggasi pure nell'*Ingegneria Civile*, 1892, a pag. 49 e seguenti la nota: *Sui motori elettrici a campo magnetico rotante*, dello stesso Ing. Arnò.

(3) *Elektrotechnische Zeitschrift*; 29 aprile 1892. *Dielektrische Hysteresis, der Energieverlust in dielektrischen Medien unter dem Einfluss eines wechselnden elektrostatischen Feldes*.

gono, invece di due campi magnetici, come faceva il Ferraris, due campi elettrici, di direzioni  $Ox$  ed  $Oy$  diverse,

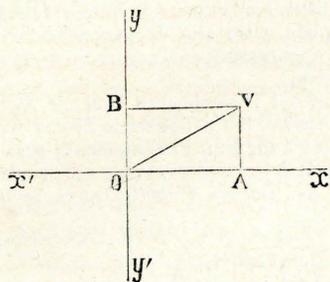


Fig. 166.

essi danno luogo, analogamente, ad un campo elettrico risultante, l'intensità  $OV$  del quale si ottiene componendo le intensità  $OA$ ,  $OB$  dei due campi elettrici come due forze, purchè però lo spazio, in cui i due campi si trovano, sia occupato da materia, la cui costante dielettrica abbia in tutti i punti il medesimo valore. Se poi i due campi elettrici componenti variano colla legge sinusoidale, hanno il medesimo periodo e presentano una differenza di fase, allora il punto  $V$  descrive un'ellisse di centro  $O$ , che si riduce ad un cerchio se le intensità massime dei due campi componenti sono uguali, e se, supposte normali fra di loro le direzioni dei due campi stessi, il valore angolare della differenza di fase è uguale a  $90^\circ$ . In questo caso particolare il campo elettrico risultante ha un'intensità costante ed una direzione rotante con velocità uniforme. E come i due campi magnetici destinati a generare un campo magnetico rotante si possono ottenere per mezzo di due correnti alternate circolanti in due spirali immobili ed incrociate, così i due campi elettrici necessari per produrre un campo elettrico rotante possono essere ottenuti mediante due differenze di potenziali alternative tra due coppie di lastre metalliche fisse ed incrociate.

Per ricavare le due differenze di potenziali necessarie per il mio esperimento, senza dover ricorrere ad una apposita macchina dinamo-elettrica od elettrostatica polifase, ricorsi ad una disposizione analoga ad una di quelle di cui si servi il prof. Ferraris, nei suoi classici esperimenti, per ricavare da un unico circuito le due correnti alternative, di cui egli abbisognava per la produzione del suo campo magnetico rotante: intendo parlare della disposizione, che consiste nell'adoperare le correnti di due circuiti derivati, nei quali sono inserite resistenze apparenti uguali, ma costituite essenzialmente l'una da una grande resistenza reale e l'altra da una grande impedenza induttiva. Le stesse considerazioni, che valgono per due tratti di circuito in parallelo, si possono infatti ripetere per due tratti di circuito in serie, purchè si considerino le differenze di potenziali, esistenti alle estremità di questi, in luogo delle correnti, da cui quelli sono percorsi: mentre nel primo caso la corrente principale si scinde in due correnti presentanti la differenza di fase necessaria per la produzione del campo magnetico rotante, nel secondo caso la differenza di potenziali data si suddivide in due differenze di potenziali spostate anch'esse nella loro

fase, come conviene per la generazione del campo elettrico rotante. Giova però subito notare che anche in questo, come nell'altro caso, si può ottenere la voluta differenza di fase ricorrendo all'impiego di condensatori. Anzi, un tale impiego, il quale nelle esperienze sui campi magnetici rotanti non è scevro di difficoltà pratiche, si presenta comodissimo qui, ove, trattandosi di altissimi potenziali e di debolissime correnti, non occorrono che piccole capacità elettrostatiche.

Nella figura 167 è indicato schematicamente il collegamento dei circuiti nelle mie esperienze. In  $M$  è rappresentata

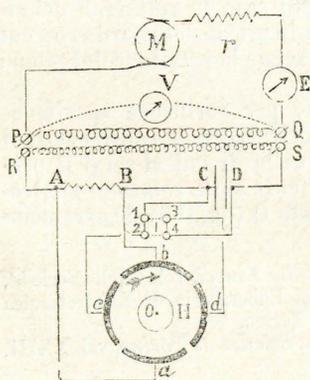


Fig. 167.

In  $M$  è rappresentata

una macchina Siemens a corrente alternativa a bassa tensione, in  $r$  un reostato industriale, in  $E$  un elettrodinamometro di Siemens, in  $V$  un voltmetro di Cardew ed in  $PQ$ ,  $RS$  rispettivamente le spirali primaria e secondaria di un grande rocchetto di Ruhmkorff, privato del commutatore e adoperato come semplice trasformatore destinato a produrre tra i due punti  $R$  ed  $S$  una notevole differenza di potenziali, com'è necessario per l'esperimento. Nel circuito secondario di tale apparecchio sono inseriti una grande resistenza reale  $A B$ , priva di induzione propria, ed un condensatore  $C D$ , la capacità elettrostatica del quale può anche essere piccolissima. I quattro punti  $A, B, C, D$  sono messi rispettivamente in comunicazione con quattro lastre di rame verticali alquanto incurvate  $a, b, c, d$ , disposte come è indicato nello schema. Un commutatore a mercurio  $I$  serve ad invertire le congiunzioni delle due lastre  $c$  e  $d$  coi punti  $C$  e  $D$ . Un voltmetro elettrostatico di Thomson, non rappresentato in figura, serve alla misura delle differenze di potenziali tra  $A, B$  e  $C, D$ . Nella figura 168 è rappresentata schematicamente in prospettiva la disposizione delle quattro lastre  $a, b, c, d$ , racchiudenti lo spazio in cui si vuol produrre il campo elettrico rotante, le quali, per rendere più chiara la figura, si sono supposte molto più strette di quanto esse sono effettivamente: nella verticale  $OO$  è indicato l'asse dell'apparecchio ed in  $m$  i morsetti per mezzo dei quali le quattro lastre sono collegate coi punti  $A, B, C, D$  (fig. 167).

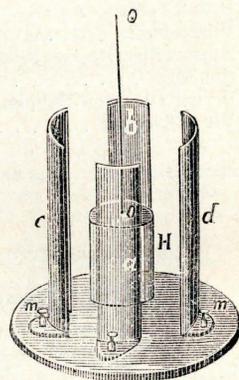


Fig. 168.

Così disposte le cose, è facile prevedere quanto è stato verificato coll'esperienza. Prendiamo infatti a considerare il circuito secondario del trasformatore, comprendente la spirale secondaria  $RS$  del medesimo, la resistenza  $AB$  ed il condensatore  $CD$ , e diciamo  $i$  l'intensità della corrente in tale circuito,  $V_1$  e  $V_2$  rispettivamente le differenze di potenziali esistenti fra le estremità della resistenza  $AB$  e tra le armature del condensatore  $CD$ . Sappiamo che, mentre tra la corrente  $i$  e la differenza di potenziali  $V_1$ , non vi ha differenza di fase, la corrente  $i$  precede di un quarto di periodo la differenza di potenziali  $V_2$ . Dunque  $V_2$  è in ritardo di un quarto di periodo rispetto a  $V_1$ . Un semplice sguardo alla figura 167 è allora sufficiente per far prevedere che il campo elettrico, generato dalle due differenze di potenziali alternative  $V_1$  e  $V_2$ , nello spazio racchiuso tra le quattro lastre  $a, b, c, d$ , deve rotare nel senso delle lancette di un orologio, quando il commutatore  $I$  è nella posizione 12,34, indicata in figura, e nel senso contrario, allorchè vengono invertite, per mezzo del commutatore  $I$ , le congiunzioni delle lastre  $c$  e  $d$  coi punti  $C$  e  $D$ , il che equivale a far variare di un mezzo periodo la fase della differenza di potenziali tra  $c$  e  $d$ . Se poi la resistenza  $AB$  e la capacità elettrostatica del condensatore  $CD$  sono convenientemente determinate in guisa che, come si può sempre ottenere per tentativi, le due differenze di potenziali  $V_1$  e  $V_2$ , e quindi le intensità medie dei due campi elettrici componenti, risultino uguali fra di loro, il campo risultante ha un'intensità costante e ruota con velocità uniforme.

In una prima esperienza ho sospeso nel campo elettrico rotante, per mezzo di una bava di seta, un piccolo cilindro cavo  $H$  di mica. Finchè una sola delle due coppie di lastre  $a, b$  e  $c, d$  è in comunicazione coi punti  $A, B$  o  $C, D$ , il cilindretto rimane immobile; ma allorquando entrambe le coppie di lastre sono rispettivamente in comunicazione coi punti  $A, B$  e  $C, D$ , il piccolo cilindro incomincia subito a rotare intorno al proprio asse e nel senso indicato dalla freccia segnata in figura, se il commutatore  $I$  è nella posizione 12,34, precisamente come si era previsto. Se, mentre il cilindro sta girando in tale senso, viene invertita la posizione del commutatore  $I$ , la rotazione si estingue rapidamente

e si inverte. L'esperienza fu ripetuta collo stesso risultato sostituendo al cilindretto di mica, piccoli cilindri vuoti di carta, ricoperta da uno strato di gomma-lacca, di vetro, di ebonite, di cera e di altre materie isolanti.

In un'altra esperienza ho combinato un piccolo *motorino elettrostatico*, funzionante per mezzo di differenze di potenziali alternative, di cui nella figura 169 è indicata, nella scala di 1 : 6, una sezione fatta con un piano perpendicolare all'asse di rotazione O, che è verticale. La parte fissa dell'apparecchio è costituita da quattro semplici lastre di rame verticali *a, b, c, d*, simili a quelle adoperate nelle esperienze precedenti, separate le une dalle altre per mezzo di quattro striscie di ebonite S e fissate, mediante viti, ad un disco Z pure di ebonite: le lastre di rame ed i pezzi di ebonite costituiscono insieme un cilindro,

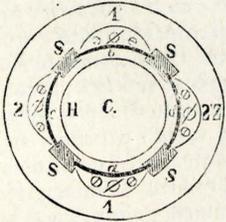


Fig. 169.

di cui l'altezza è 20 cm. ed il diametro interno 10 cm. La parte mobile consiste in un cilindro di ebonite H, vuoto e chiuso, mobile intorno all'asse O e sostenuto da due punte di acciaio giranti entro fori nel vetro: tale cilindro pesa 40,330 grammi, ha la lunghezza di 18 cm. ed il diametro esterno di 8 cm.

Per azionare il motorino ora descritto ho disposto l'esperienza esattamente come è indicato nella figura 167, collegando i morsetti 1 e 1' delle lastre *a* e *b* coi punti A e B ed i morsetti 2 e 2' delle lastre *c* e *d* coi punti C e D. Il condensatore CD era costituito da un semplice bicchiere di vetro dello spessore di 1 mm., contenente internamente del mercurio e ricoperto all'esterno da un foglio di stagnola di circa 1 dm<sup>2</sup> di superficie: la sua capacità elettrostatica era quindi piccolissima, circa 3.10<sup>-4</sup> microfarad. Per costituire la resistenza esente da autoinduzione AB, la quale doveva essere grandissima, ricorsi dapprima ad una piccola sbarra di legno di bosso, convenientemente essiccato, in cui erano praticati, a distanze diverse, dei piccoli pozzetti contenenti del mercurio, ed in seguito, molto meglio, ad una colonna di acqua distillata di 3,5 mm. di diametro, di cui si poteva, onde ottenere le condizioni del circuito corrispondenti al miglior funzionamento dell'apparecchio, far variare a piacimento la lunghezza. L'intensità efficace della corrente alternativa nel circuito primario era 7 ampère, la frequenza 40 e la differenza di potenziali efficace alle due estremità P e Q della spirale primaria del trasformatore 27 volt. L'esperienza ha dimostrato, come era a prevedersi, che il miglior funzionamento del piccolo motore si otteneva allorchè la differenza di potenziali efficace fra i punti A e B era uguale a quella fra i punti C e D. Tale differenza di potenziali, misurata per mezzo del voltmetro elettrostatico di Thomson, risultava allora uguale a 3800 volt, e la colonna d'acqua inserita tra A e B, che aveva in tal caso una lunghezza di 54 cm., presentava, alla temperatura di 22° 1/2, una resistenza di 13,5 megohm. In queste condizioni il cilindro di ebonite si metteva spontaneamente in moto ed acquistava, dopo alcuni minuti, una velocità di circa 250 giri al 1'; e se per mezzo del commutatore I, si invertivano le congiunzioni delle lastre *c* e *d* coi punti C e D, si invertiva il senso della rotazione.

In altre esperienze disposi ancora un condensatore, costituito da una o più bottiglie di Leyda, in parallelo rispetto alla spirale secondaria del rocchetto: così operando, potei aumentare notevolmente le differenze di potenziali esistenti fra le estremità della resistenza AB e tra le armature del condensatore CD, col che vennero accresciute le intensità dei due campi elettrici componenti e si poterono ottenere effetti maggiori.

Finalmente, per avere un'idea dell'ordine di grandezza del momento delle coppie di rotazione che si possono ottenere, ho appeso ad una sospensione bifilare, nel campo rotante dell'esperienza precedente, un cilindro di ebonite, avente la lunghezza di 139 mm. ed il diametro esterno di 61 mm. Uno specchietto piano solido col cilindro, serviva alla misura con cannocchiale e scala dell'angolo di rotazione.

Un'indicazione approssimativa del medesimo angolo si aveva anche per mezzo di un indice e di un cerchio graduato. Questo cerchio, appoggiato alle estremità superiori delle lastre *a, b, c, d*, in guisa da chiudere completamente il cilindro da esse formato, serviva nello stesso tempo ad eliminare gli effetti perturbatori delle correnti d'aria. Il peso sostenuto dalla sospensione bifilare era 23,053 grammi = 22615 dine; la distanza dei due fili 4,6 cm.; la lunghezza dei medesimi 155 cm.; la deviazione 3° 17'; e quindi il momento della coppia di rotazione  $176 \frac{\text{centimetro}^2 \cdot \text{grammo}}{\text{secondo}^2}$ .

Le esperienze, di cui si è fatto cenno, oltre che potersi utilizzare a dimostrare sperimentalmente il fenomeno dell'isteresi elettrostatica nei corpi dielettrici ed a porre in evidenza l'esistenza delle differenze di fase, che si possono avere fra due differenze di potenziali alternative di egual periodo, offrono un mezzo per ricerche quantitative sulla isteresi elettrostatica e sul suo modo di comportarsi per varie differenze di potenziali e per i diversi dielettrici.

In quest'ordine d'idee sto continuando le mie ricerche.

Intanto debbo fin d'ora attestare la più viva gratitudine al prof. Galileo Ferraris, i cui sapienti consigli potentemente coadiuvarono l'opera mia.

## INDUSTRIE NAZIONALI

### LO STABILIMENTO ALLA SFORZESCA PRESSO VIGEVANO

per la lavorazione della *magnesite* e dello *smeriglio* (\*).

Questo stabilimento appartenente alla società italiana per la lavorazione dello smeriglio e della magnesite (Ditta C. Lavelli e C. di Milano) fabbrica i seguenti prodotti: mattoni refrattari basici di magnesite, mattonelle per pavimentazione di magnesite e cemento, smeriglio granito ed in polvere, mole, tela e carta da smeriglio, vetro macinato e carta vetrata.

I. — *Lavorazione della magnesite*. — Per confezionare i prodotti magnesiaci s'impiega, come materia prima, la magnesite o giobertite di Caselletto (Piemonte), che, secondo il Sobrero, è carbonato di magnesia con idrato di magnesia, cui trovasi frequentemente unito il silicato di magnesia ed il carbonato di calce; nella giobertite di Caselletto, secondo informazioni del cav. Lavelli, trovasi all'incirca il 20 O/0 di silice.

Questo minerale, estratto dalla miniera, viene torrefatto alla temperatura di 1200°, per espellere l'acqua di idratazione e l'acido carbonico, e giunge allo stabilimento della Sforzesca in pezzi agglomerati di diverse dimensioni. Col mezzo di macine ordinarie mosse da forza idraulica, come tutto il macchinario dello stabilimento, esso viene triturato ed assume così diverse graniture, che si classificano, separandole col mezzo della stacciatura.

Per fabbricare i mattoni refrattari si prepara un miscuglio con magnesite di diverse graniture e con una poltiglia funzionante da agglomerante, preparata con terre speciali a base alluminosa, perfettamente disciolte in acqua entro appositi recipienti con rimestatori meccanici.

Ognuno degli ingredienti, cioè le differenti graniture di magnesite, le terre e l'acqua entrano nel miscuglio in proporzioni ben definite, ed il tutto si manipola con molta accuratezza, affinché la massa risulti perfettamente omogenea.

Questa preparazione vien fatta volta a volta in piccoli quantitativi, ed appena ottenuto il miscuglio lo si riduce in mattoni, disponendolo entro appositi stampi di ferro e comprimendolo fortemente per mezzo di strettoidraulici.

Perchè i mattoni risultino tutti eguali, ed abbia ognuno la compressione che si ritiene necessaria, si regola a volume il quantitativo di miscuglio che si mette entro ciascun stampo, e si regola col manometro la pressione dello strettoidraulico.

Appena raggiunta la compressione voluta si opera subito il distaffaggio, ed i mattoni escono dagli stampi ben consistenti colle faccie lisce e gli spigoli vivi.

(\*). Dalla *Rivista di Artiglieria e Genio*, ottobre 1892.

Successivamente si procede alla cottura, disponendoli entro appositi forni, dove si spinge lentamente il calore fino ad un massimo; poscia si lascia gradatamente raffreddare, e si estraggono i mattoni freddi dal forno per metterli in commercio.

Con questa cottura si espelle l'acqua, ed i mattoni comportandosi come veri pirometri, diminuiscono di volume in ragione diretta della temperatura cui furono assoggettati; il cav. Lavelli ritiene che nei suoi forni si raggiunga una temperatura di circa 2000°, e sotto questo calore i mattoni diminuiscono del 40 al 42 0/0 del loro volume, quindi nello sfornarli si può facilmente riconoscere se la cottura data fu sufficiente.

Perchè il mattone riesca perfetto, cioè sano, liscio, non contorto, nè screpolato e cogli spigoli vivi, si regola colla massima accuratezza tutto quant'è inerente alla sua fabbricazione, cioè la scelta delle varie graniture di magnesite e degli altri ingredienti, le loro proporzioni rispettive nel miscuglio, l'impasto, la compressione, ed infine la cottura, dalla quale ultima dipende in gran parte il buon uso che potrà poi fare il mattone stesso.

Lo stabilimento della Sforzesca è bene attrezzato per eseguire facilmente e con precisione tutte queste singole operazioni, ed abbenchè attualmente esso non attenda alla fabbricazione dei mattoni, non avendone richieste in corso, pure sarebbe in grado di fornirne senza difficoltà un numero ragguardevole di parecchie migliaia, nel termine di due o tre mesi.

Nella fonderia dell'Arsenale di Torino i mattoni della ditta Lavelli furono provati nel 1886, formandone l'altare di un forno a riverbero, ma non se ne ebbero allora buoni risultati, perchè durante la fusione si screpolarono; essendosi rinnovato lo stesso inconveniente anche in una seconda prova, non si fece più alcun conto di questo materiale refrattario.

Altri stabilimenti però pare che li abbiano impiegati con buon esito, e, secondo le notizie date dal cav. Lavelli, l'acciaieria di Terni li avrebbe adoperati per rivestire i forni per la produzione dell'acciaio. Altri stabilimenti poi, pur riconoscendone la buona qualità, sono restii ad adottarli, solo perchè non sono perfettamente basici, contenendosi, come si è accennato, nella magnesite il 20 0/0 di silice.

La stessa ditta ha pure tentato la costruzione di crogiuoli di magnesite, ma ne ha smesso la fabbricazione, perchè pare non vi trovasse la sua convenienza.

Le mattonelle di magnesite per pavimentazione si costruiscono colla stessa magnesite dei mattoni refrattari, ma col rovescio di cemento. Si inumidisce al grado voluto la magnesite, già macinata e stacciata, e se ne dispone uno strato sul fondo liscio in apposito stampo metallico, si riempie la parte restante con cemento umido anch'esso, e chiudendo lo stampo coll'apposito coperchio si comprime fortemente il tutto col mezzo di una macchina pressatrice. Colla compressione tutto il materiale racchiuso nello stantuffo s'incorpora perfettamente e se ne ritrae così una mattonella ben consistente, liscia, ben formata e cogli spigoli vivi, che essiccata all'aria s'impiega poscia per pavimentazione.

Se si vogliono mattonelle colorate a disegni, o marmorizzate, si colorisce debitamente la magnesite, servendosi all'uopo di stampiglie sussidiarie, e si regola a piacimento la distribuzione della magnesite variamente colorata.

Le mattonelle di cemento si costruiscono in modo analogo, sopprimendo però la magnesite e riempiendo gli stampi con solo cemento umido che, occorrendo, può anch'esso essere colorato.

Le due specie di mattonelle sono messe in commercio allo stesso prezzo, ed è solo per ragione economica che si fanno col rovescio di cemento quelle di magnesite, avendo questa costo maggiore del cemento.

Le mattonelle magnesiate hanno però il vantaggio di essere più igieniche, perchè, mentre impediscono il trapelamento dell'umidità, conservano il calore meglio che non quelle di solo cemento.

Queste mattonelle magnesiate sono, a quanto pare, molto resistenti, e si conservano per lungo tempo in buono stato, anche quando sono soggette ad un passaggio continuato ed esposte alle variazioni atmosferiche.

II. — *Lavorazione dello smeriglio.* — La lavorazione dello smeriglio fu introdotta nello stabilimento della Sforzesca in quest'anno, e consiste nel preparare convenientemente il corindone adamantino, o smeriglio naturale, per renderlo adatto ai molteplici usi industriali cui viene adibito. Fino ad ora lo smeriglio, variamente preparato, proveniva esclusivamente dall'estero e perciò colla lavorazione impiantata alla Sforzesca si ebbe in mira di creare prodotti nazionali capaci di entrare in seria concorrenza con quelli esteri.

Lo smeriglio naturale è una pietra grigio scura, molto resistente sotto l'azione del martello, ha frattura con grana finissima non cristallina, rassomigliante alquanto a quella dell'acciaio fuso durissimo da utensili. Chimicamente esso è un ossido d'alluminio; interposto però vi si trova silicato di magnesite (talco), silicato d'allumina, ossido di ferro, ed altre materie estranee, la cui presenza ne varia i caratteri fisici, ne diminuisce la durezza, e conseguentemente ne attenua il pregio, perchè il grado di bontà dei prodotti di smeriglio sta essenzialmente nella durezza della materia prima che si adopera a confezionarli.

Lo smeriglio più puro, e perciò più duro, che trovasi in commercio, è quello proveniente dall'isola di Naxos dell'arcipelago greco, il quale porta sempre come caratteristica, delle tracce visibili di talco: ve ne sono inoltre altre qualità inferiori, e con questi soventi si tenta la falsificazione, procurando di metterle in commercio sotto il nome di smeriglio vero Naxos, mentre non hanno tale provenienza.

Per lo stabilimento della Sforzesca, dovendosi entrare subito in concorrenza coi prodotti già ben conosciuti in commercio, era della massima importanza l'acquisto di buona materia prima, e perciò il direttore cav. Lavelli si è occupato personalmente, con speciale cura, di tale acquisto ed ha potuto provvedere lo stabilimento di smeriglio vero Naxos di 1<sup>a</sup> qualità.

Alla Sforzesca questo smeriglio greggio vien rotto dapprima in piccoli pezzi con maglio meccanico, poscia in frammenti minori con altra macchina speciale, ed infine è assoggettato all'ultima fratturazione o granitura, passando in mezzo a coppie di cilindri di ghisa temprata durissima.

Con queste successive operazioni lo smeriglio è ridotto in granelli di varie dimensioni ed in polvere più o meno fina, che in parte resta aderente ai granelli stessi. Contemporaneamente alla granitura è fatto il vagliamento, facendo concorrere in questa operazione anche il soffio di una corrente d'aria mantenuta da apposito ventilatore, e si ottiene così la separazione completa dei granelli, secondo le varie loro dimensioni, e della polvere secondo la sua finezza, ed in pari tempo si elimina, se non tutto, almeno gran parte del talco, che, essendo più leggero dello smeriglio, viene asportato dalla corrente d'aria.

Questi prodotti così separati sono i prodotti commerciabili, e si classificano in granelli dal N. 1 al N. 12, secondo le loro crescenti dimensioni ed in polvere dal N. 0 al N. 0000, secondo il grado della sua crescente finezza.

Oltre a questa classificazione, che è quella corrente e già usuale in commercio, si possono produrre a richiesta anche graniture più grosse od intermedie, non avendo che a variare opportunamente la distanza dei cilindri granitoidi e cambiare convenientemente le tele metalliche separatrici, e perciò lo stabilimento è in grado di soddisfare in questa specialità tutte le svariate esigenze dell'industria.

Le mole, le tele e le carte da smeriglio si fabbricano nello stabilimento stesso, impiegandovi lo smeriglio granito od in polvere, già classificato. Per le mole si sceglie lo smeriglio colla granitura che si ritiene più adatta all'uso cui la mola dovrà essere adibita, vi si unisce dell'ossicloruro di magnesio ridotto in polvere finissima, ed una soluzione dosata di cloruro di magnesio, facendo concorrere in parti ben definite ciascuno dei componenti; si mescola il tutto con molta accuratezza, per rendere questo miscuglio umido perfettamente omogeneo, e lo si dispone infine in adatto stampo metallico, entro il quale se ne fa la compressione sotto lo strettoio idraulico.

Colla pressione il miscuglio s'incorpora, ed aprendo lo stampo se ne estrae la mola completamente ultimata, cui

non bisogna altro che una lenta essiccazione all'ombra, per poterla poscia adoperare.

La tela e la carta da smeriglio si preparano spalmandole prima con colla forte, e cospargendole poscia collo smeriglio, granito od in polvere, del numero che si richiede; la carta vetrata si fabbrica infine in modo analogo, adoperando a cospargerla della polvere di vetro e di cristallo.

La fabbricazione di questi ultimi prodotti, cioè della tela e della carta, è momentaneamente sospesa, perchè iniziata con lavorazione a mano, non se ne erano ottenuti risultati abbastanza soddisfacenti, e si attende ora all'impianto di apposite macchine, per ottenere con queste dei prodotti inappuntabili, capaci di sostenere la concorrenza straniera, e dare così incremento a questa nuova industria nazionale.

V. TILLI  
Capitano d'artiglieria.

GEOMETRIA PRATICA

UNA NUOVA PROPRIETÀ  
DEL PRISMA UNIVERSALE N. JADANZA.

È noto che se un raggio luminoso penetra per la faccia A F del prisma universale N. Jadanza e si riflette successivamente sulle faccie F G, G H, esce dalla faccia A H facendo un angolo di 45° colla direzione del raggio d'incidenza (1), ed inoltre la deviazione avviene dalla parte sinistra dell'oggetto rispetto all'osservatore, che tiene l'occhio vicino allo spigolo F.

Incidentalmente abbiamo osservato che guardando attraverso alla faccia A F verso la sua estremità F, si vede deviato di un angolo di 45°, e dalla parte destra dell'oggetto un raggio luminoso P 1 che penetra per la faccia F G.

Ci proponiamo di tracciare il cammino percorso da questo raggio nell'interno del prisma (fig. 170).

Rammentiamo che gli angoli del prisma valgono:

$$A = F = 45^\circ ; G = 157^\circ 30' ; H = 112^\circ 30'$$

e perciò la faccia G H risulta inclinata di 22° 30' alla faccia F A.

Il raggio P 1 che penetra nel prisma per la faccia F G con un angolo di incidenza  $i$ , continua il suo cammino dentro al prisma nella direzione 1-2, facendo colla normale in 1 alla faccia F G un angolo  $r$  tale, che:

$$\text{sen } i = n \text{ sen } r \tag{1}$$

Il raggio 1-2 si riflette dapprima in 2 secondo la retta 2-3 e poscia in 3 secondo la 3-4, e per una nota legge si ha che le due direzioni 1-2, 3-4 risultano inclinate fra loro di un angolo di 45°, che vale il doppio dell'angolo che formano fra loro le due faccie A F e G H, sulle quali avviene la doppia riflessione.

Il raggio 3-4 si riflette a sua volta secondo le direzioni 4-5, 5-6, 6-7, 7-8, in guisa che la 3-4 risulta perpendicolare alla 5-6 ed alla 7-8, e per conseguenza quest'ultima riesce inclinata di un angolo di 45° alla direzione 1-2, vale a dire l'angolo in Q formato dal prolungamento delle rette 7-8 e 1-2 vale 45°, come pure l'angolo in R formato dalle normali alle faccie A F, F G nei punti 8 e 1.

Il raggio 7-8 si rifrange in 8 in modo che:

$$\text{sen } i' = n \text{ sen } r' \tag{2}$$

Dalla considerazione dei triangoli R S 8, S Q 1 risulta:

$$r' = r$$

e per le (1) e (2) è anche:

$$i' = i$$

e quindi le due direzioni P\* 8, P 1 risultano inclinate fra loro dello stesso angolo Q formato dalle direzioni 7-8, 1-2, ossia il raggio P 1 risulta deviato di un angolo di 45° nella direzione 8 P\*.

Ing. V. BAGGI.

(1) Cfr. *Ingegneria Civile*, vol. XVII.

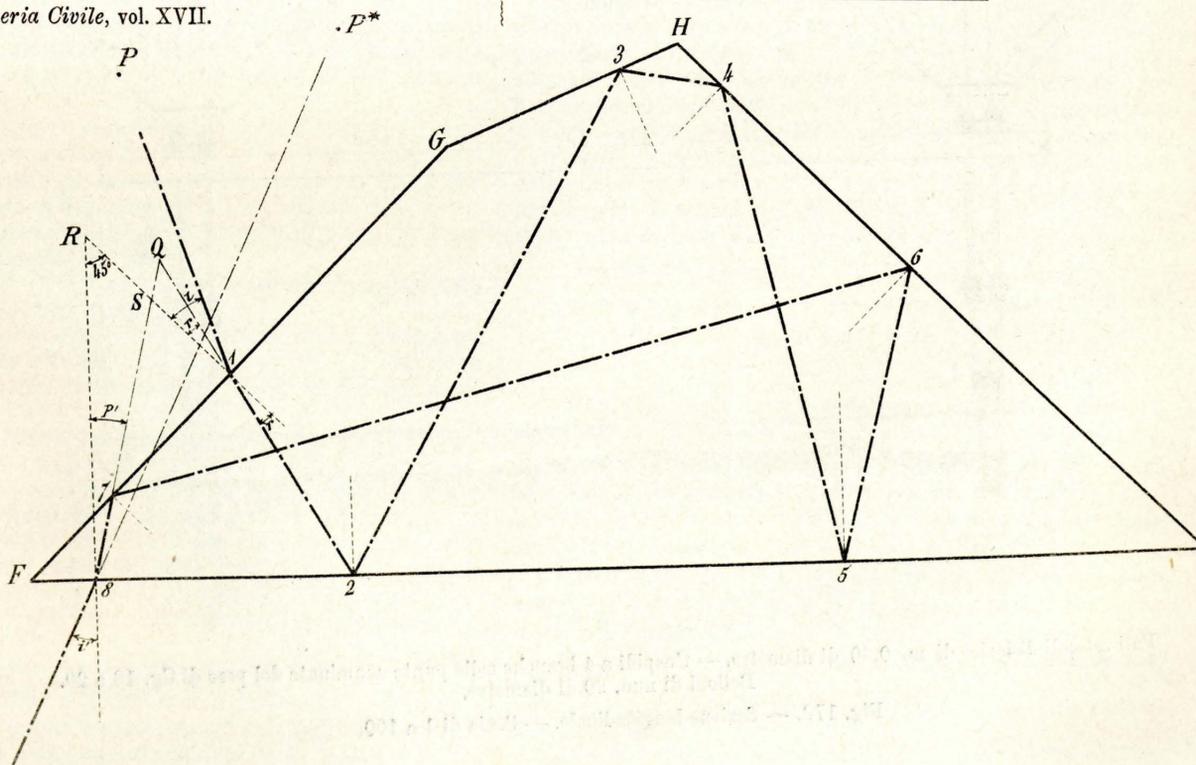


Fig. 170.

## COSTRUZIONI FERROVIARIE PROVVISORIE

### PONTE PROVVISORIO DI LEGNO SUL POLCEVERA PER LA STRADA FERRATA GENOVA-VENTIMIGLIA TRA SAMPIERDARENA E CORNIGLIANO.

Un violentissimo nubifragio scatenavasi la notte fra il 5 e il 6 p. p. ottobre sulla riviera ligure, e segnatamente nella vallata del torrente Polcevera, il quale ingrossò rapidamente ed in modo eccezionale presentando una delle maggiori piene che si ricordino. E questa piena avvenne per soprappiunta in coincidenza con uno stato estremamente agitato del mare, le acque del quale, a guisa di diga, tennero in collo quelle del torrente.

Ma appena il mare cominciò a calmarsi, le acque del Polcevera irruperono impetuosamente verso la foce, e scalzando le fondazioni di alcune pile del ponte obliquo a cinque arcate di muratura in servizio della ferrovia che attraversa il torrente a 200 metri appena dallo sbocco in mare, faceva ro-

vinare quasi completamente il ponte stesso verso le 6 anti-meridiane.

Questo ponte, della totale lunghezza di 110 metri era stato costruito nel 1851. Costava di cinque arcate oblique, come appare dalla planimetria (fig. 171) della luce di m. 16,25 caduna. Esso era fondato a 2 metri sotto il livello del mare su pali lunghi m. 8,50, i quali entravano per l'altezza di 50 centimetri nella platea di calcestruzzo.

Le tre pile verso Genova colle relative quattro arcate rovinarono colla piena; la quarta pila fu smossa dalla verticalità, e l'ultima arcata risultò così lesionata da dover essere demolita. Le due spalle sono rimaste a loro posto senza guasti apparenti.

\*

Per ristabilire nel modo il più pronto possibile l'interrotto esercizio della linea, la Società delle Strade ferrate del Mediterraneo, d'accordo col R. Ispettorato delle ferrovie, determinava di costruire un ponte provvisorio di legno, pochi metri a monte di quello rovinato.

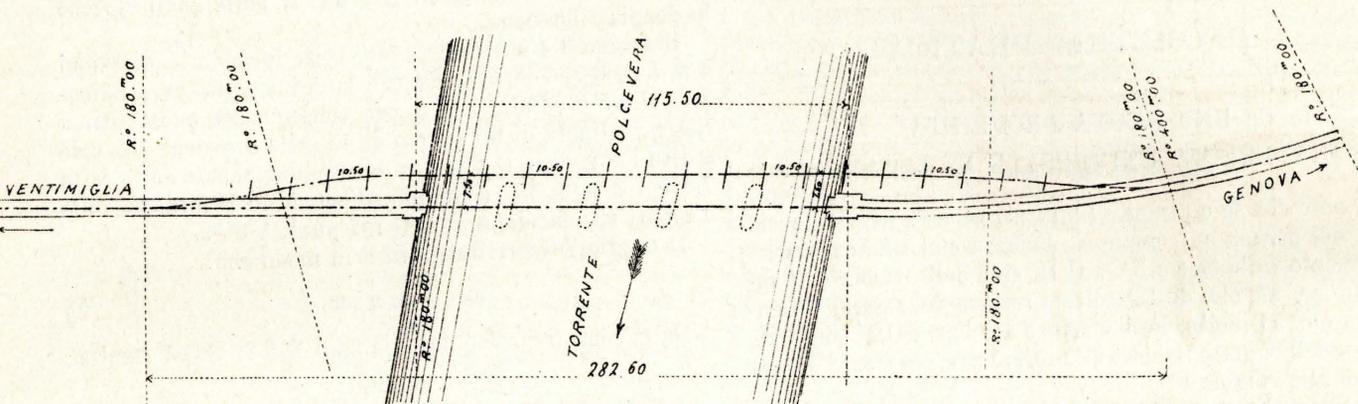
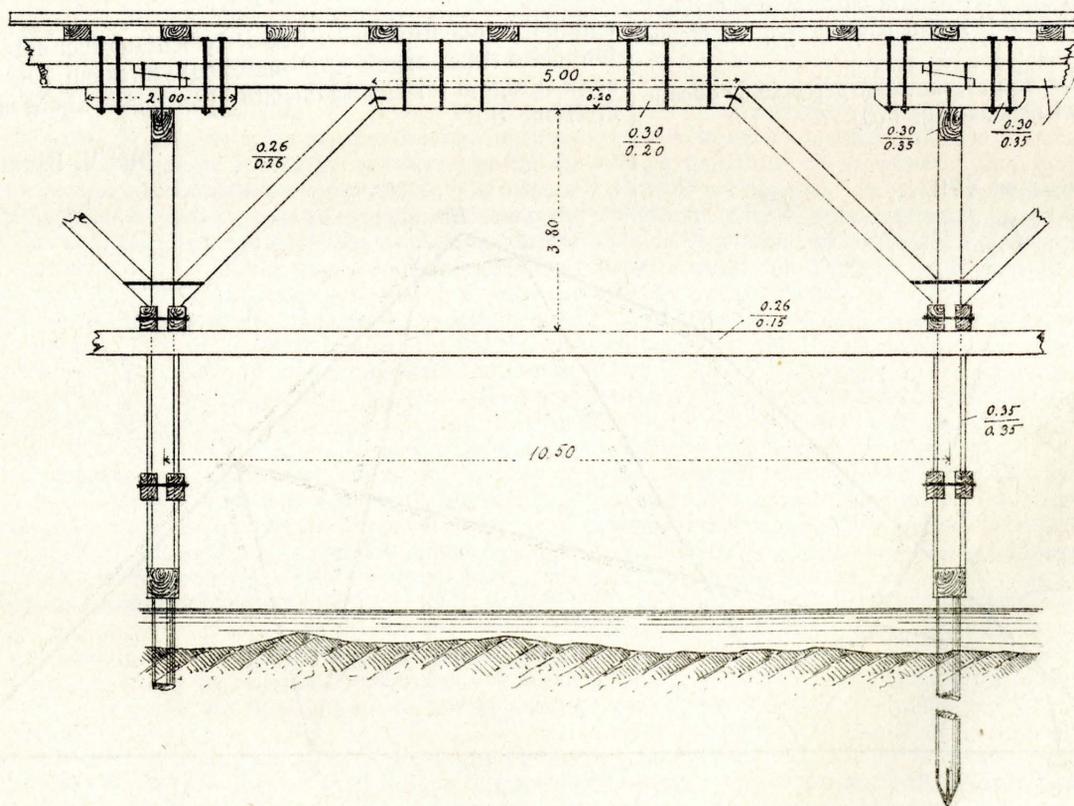


Fig. 171. — Planimetria del ponte. — Scala di 1 a 2000.



Pali rotondi di larice di m. 0.30 di diametro. — Cuspidi a 4 branche colle punte acuminate del peso di Cg. 18 a 20. Bolloni di mm. 20 di diametro.

Fig. 172. — Sezione longitudinale. — Scala di 1 a 100.

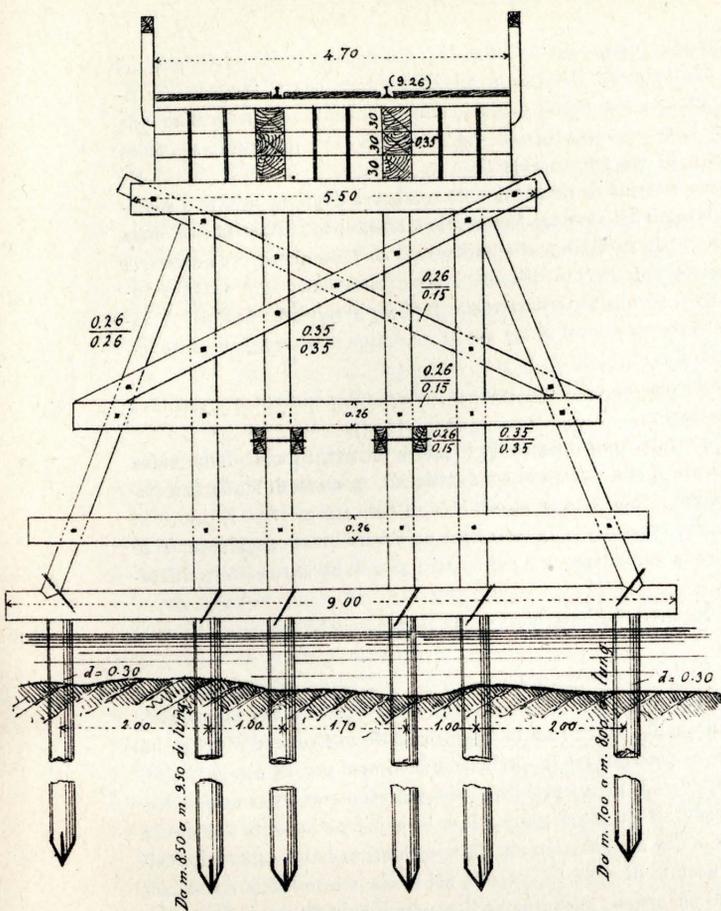


Fig. 173. — Sezione trasversale. — Scala di 1 a 100.

Per cura del Servizio del Mantenimento della Società Mediterranea fu tosto allestito il progetto, e l'eccezzionalissimo risultato di aver compiuto un'opera così importante in soli 15 giorni di lavoro richiamò sull'opera stessa l'attenzione dei tecnici, non solo in Italia, ma anche all'Estero. Il che torna ad onore grandissimo degli Ingegneri del Servizio Mantenimento e Lavori della Società Mediterranea, non che dell'Impresa che ne assunse la costruzione.

Lo spostamento a monte del ponte rovinato è riuscito di m. 7,50 da asse ad asse delle due linee, e il raccordamento è stato ottenuto con curve e controcurve di 180 metri di raggio.

Il ponte provvisorio propriamente detto consta di 10 campate intermedie della luce di m. 10,50, ma esso è continuato da sei altre campate per parte a mo' di viadotto. Ond'è che l'intero manufatto di legname ha la lunghezza di 250 metri, e l'intera deviazione risultò di m. 282,60. Il piano del ferro è a m. 9,26 sul livello del mare.

Le figure 172 e 173 ci danno la sezione longitudinale e la trasversale di una campata.

L'esecuzione di quest'opera provvisoria venne affidata all'Impresa Vignolo e Comp. di Sampierdarena, e la direzione dei lavori all'ing. F. Cavenago delle Strade ferrate del Mediterraneo.

Per la costruzione del ponte erano stati accordati 36 giorni, esclusi quelli nei quali la pioggia avesse durato oltre cinque ore. Il ponte fu incominciato l'11 ottobre, appena quattro giorni dopo il disastro, e venne aperto il 31 dello stesso mese. Deducendo i giorni e le ore in cui i lavori hanno dovuto essere sospesi per le piogge, risultarono 184 ore di lavoro effettivo delle quali 137 di giorno e 47 di notte. Durante la notte i lavori erano illuminati a luce elettrica.

\*

Dalle figure 172 e 173 risultano a sufficienza i particolari dell'opera. Ogni stilata è sorretta da 6 pali lunghi da m. 6,50 a m. 9,50, di sezione quadrata col lato da m. 0,30 a m. 0,35.

I 106 pali vennero infissi in media alla profondità di m. 7,40; e furono muniti di puntazza di ferro del peso di Cg. 17; per tre soli di essi che dovevano attraversare una scogliera si adoperarono cuspidi a manicotto del peso di 43 Cg. Per l'infissione dei pali si impiegarono otto battipali con magli di ghisa del peso di 550 Cg. manovrati a corda da 30 uomini.

Il 16 ottobre era ultimata la battitura dei pali, e il giorno 20 fu cominciato il lavoro da carpentiere. Vennero impiegate 2658 giornate di manovali, e 1275 di carpentieri. Di notte non lavoravano che 30 manovali e 20 carpentieri per la collocazione delle chiavarde.

Il quantitativo dei materiali ed il loro costo in opera risulta dal seguente specchio:

Larice d'America			
per pali e travi m. c.	600 a L.	100,00	L. 60,000
per tavoloni m. q.	1700 »	6,00	» 10,200
Ferro percuspidi, chiavarde e caviglie . . . . .	Cg. 16,000 »	6,00	» 9,600
Infissione dei pali m. l.	792 »	8,00	» 6,336
Demolizione di murature, occupazioni temporanee, ecc. . . . .			» 10,828
			L. 97,000
Premio all'Impresa per anticipata consegna del ponte . . . . .			» 20,000
			Totale L. 117,000

E così il costo dell'intero manufatto di legname risulterebbe ragguagliato a 468 lire per metro lineare, costo modicissimo invero, tanto più se si ha riguardo alla celerità con cui furono eseguiti i lavori, ed alla natura dell'opera stessa che pur avendo carattere di provvisorietà non lascia di presentare tutta la sicurezza necessaria per un normale esercizio.

Le prove del ponte furono eseguite facendovi transitare a passo d'uomo due locomotive del peso complessivo di 120 tonnellate. Sotto questo carico le campate accusarono nel loro punto di mezzo un abbassamento elastico variabile da 7 a 17 mm. Nè fu avvertito il menomo abbassamento permanente. Del resto il ponte è d'allora in poi in servizio e continua a fare buona prova di sé, soddisfacendo allo scopo per il quale fu costruito.

La straordinaria rapidità della sua esecuzione ha richiamato l'attenzione dei costruttori.

Un ufficiale superiore delle brigate ferroviari dell'Impero Germanico si è recato da Berlino ad ispezionare il ponte provvisorio suindicato, per rendersi conto delle modalità adottate nella sua esecuzione e dei mezzi impiegati, che hanno permesso di compiere un'opera di tanta importanza in così breve tempo. Il predetto ufficiale, dopo di avere minutamente esaminato il ponte provvisorio e di aver assunto dettagliate informazioni sui mezzi d'opera e su ogni altro particolare d'esecuzione, ha tributato le più lusinghiere espressioni di lode per l'opera eseguita e per i suoi autori.

G. SACHERI.

## NOTIZIE

**Gli scaldini all'acetato di soda nelle ferrovie francesi del nord (1).** — Da molto tempo si conosce la proprietà dell'acetato di soda di raffreddarsi lentamente e regolarmente. Si sa che riscaldando una certa quantità di questa sostanza, essa conserva il suo calore durante parecchie ore consecutive mantenendosi generalmente ad una temperatura che varia da 50 a 55 gradi (2).

I signori Ancelin e Gillet, costruttori a Parigi, presero qualche anno fa un brevetto allo scopo di applicare questo sale al riscaldamento delle carrozze dei treni. Gli scaldini che costruivano erano simili a quelli ad acqua in uso comunemente. L'acetato di soda ve-

(1) Da una relazione del sig. Jacquin, Ispettore-Capo delle Ferrovie francesi del Nord.

(2) Vedasi *Ingegneria Civile*, anno 1883, pag. 64 e 1885, pag. 60.

niva introdotto allo stato liquido e il tappo si chiudeva ermeticamente onde impedire qualsiasi comunicazione con l'esterno. Il riscaldamento degli scaldini si operava immergendoli, durante un tempo più o meno lungo, in recipienti di acqua bollente.

L'esperienza aveva dimostrato che per ottenere un buon risultato occorre lasciarli immersi per un'ora, un'ora e un quarto.

A questo sistema si mossero due obiezioni. La prima per l'eccessivo tempo richiesto per la preparazione degli scaldini.

È evidente che la produzione era troppo lenta e che il processo non poteva convenire ad un esercizio ove vi sia molto lavoro. Inoltre quando l'acetato di soda è freddo, aderisce al metallo, ed è una materia durissima, cattivissima conduttrice del calore e che fonde con molta difficoltà. Immergendo uno scaldino in un bagno d'acqua bollente, si provoca dunque una dilatazione brusca del metallo, in conseguenza della quale si deforma lo scaldino e si guastano i bordi e le saldature, ciò che produce molte perdite di acetato di soda.

La seconda obiezione mossa a questo sistema era che gli scaldini così preparati non davano sempre una durata di raffreddamento identica. Mentre certi scaldini restavano caldi durante 7 o 8 ore, altri si raffreddavano rapidamente.

L'irregolarità di funzionamento di questi scaldini attirò l'attenzione di molti ingegneri, ed un costruttore olandese che è, nel medesimo tempo, impresario del riscaldamento dei treni delle linee olandesi, signor Scholte, studiò in modo particolare questa sostanza, e riconoscendo che l'aria era un elemento indispensabile alla sua cristallizzazione munì i suoi scaldini di un piccolo rubinetto ad aria, e riuscì in tal modo a fare funzionare questo sistema con risultato soddisfacente.

Gli scaldini di questo costruttore contengono circa 10 chilogrammi d'acetato di soda; essi sono ermeticamente ribaditi ed hanno da una parte un piccolo rubinetto ad aria. Per il riscaldamento, questi, scaldini si dispongono verticalmente, col rubinetto chiuso al disopra, in recipienti d'acqua nei quali dei serpentine vi portano del vapore.

In capo ad un'ora circa, quando si giudica che la materia ha assorbito sufficiente calore, un operaio munito d'una chiave apre e chiude immediatamente ogni rubinetto. Questo frattempo, che non dura più d'un secondo, basta per fare uscire una piccola quantità di vapore acqueo e per fare penetrare un po' d'aria nello scaldino. In queste condizioni la cristallizzazione procede regolarmente e quindi non si verificano più delle differenze nella durata del raffreddamento.

Il signor Scholte ha fatto costruire degli scaldini in rame di 2 metri di lunghezza e di 6 centimetri di spessore, capaci di contenere circa 45 chilogrammi di acetato di soda, che adatta sul pavimento di ciascun compartimento.

Nell'interno di ogni scaldino è disposto un tubo serpentino in rame, nel quale si può far circolare una corrente di vapore e che comunica con due tubi conduttori generali disposti ai due fianchi della vettura.

Il vapore, fornito da un generatore qualunque, entra da una estremità di un tubo conduttore e passando in tutti i serpentine esce dall'estremità diagonalmente opposta dell'altro conduttore, dopo aver così passato in tutti gli scaldini.

Facendo passare in una vettura così disposta una corrente di vapore a 2 kg. durante 45 minuti primi si accumula una quantità di calore sufficiente per assicurarne la restituzione lenta e continua durante una quindicina di ore. Molte esperienze si sono fatte a questo riguardo ed i risultati furono tutti concordi.

Ad Amsterdam una vettura di prima classe a 4 scompartimenti fu messa a nostra disposizione, completamente fredda. Il riscaldamento durò 50 minuti. Noi avevamo disposto sopra ciascun scaldino una serie di termometri, e abbiamo constatato che al momento in cui si cessò il riscaldamento la temperatura degli scaldini era dappertutto di 94° centigradi.

Conformemente al suo sistema, il signor Scholte lasciò penetrare un po' d'aria nell'acetato di soda prima di chiudere la corrente di vapore. Questa vettura si lasciò in riposo dalle 11.40 alle 3.20, cioè per 3 ore e 40 minuti, ed allora abbiamo constatato che la temperatura era discesa a 52°. Poi si trasportò sino a Rotterdam, ed appena essa fu in movimento si notò che la temperatura salì rapidissimamente a 56°. A Rotterdam la vettura restò ferma per 3 ore e 45 minuti e la sua tem-

peratura si abbassò allora fino a 45°. Ma appena fu in movimento nel treno di ritorno da Rotterdam ad Amsterdam, la sua temperatura risalì a 50° e si mantenne costante fino all'arrivo ad Amsterdam alle 10 e 5. Verso mezzanotte essa era ancora di 48° e il mattino seguente a 5 ore e 30 era ancora a 38°.

Questo sistema di riscaldamento sembrava adunque adatto a soddisfare i bisogni del servizio ferroviario e lo sarebbe certamente se, nella pratica, si potesse facilmente procurare la corrente di vapore necessaria alla fusione dell'acetato di soda. Ma per riscaldare ogni vettura durante 30 o 40 minuti occorrerebbe fare degli impianti fissi per il vapore in certe stazioni e di far uso di macchine di riserva, ciò che è impossibile in certi casi.

Il problema da risolvere restava dunque il medesimo e presentava tre questioni:

1° Portare meccanicamente il calore in tutti i punti della massa per riparare il suo difetto di conduttibilità, in modo di fonderla intieramente nel minor tempo possibile, e di non trasmettere il calore al metallo, che dopo che la materia fosse sufficientemente riscaldata, onde diminuire la sua aderenza e permettere al metallo la sua libera dilatazione.

2° Ripartire all'esterno il calore interno anche nel caso di super-fusione.

3° Evitare la superfusione.

La soluzione dei due primi quesiti è stata indicata dal signor Sartiaux; in quanto al 3°, esso fu oggetto di un nostro studio che ci ha permesso di determinare in quali condizioni esso poteva essere risolto.

Per risolvere il primo problema, cioè per ottenere la fusione dell'acetato di soda all'interno degli scaldini, la soluzione indicata dal signor Sartiaux, e che noi abbiamo adottata, consisteva nel riscaldare lo scaldino ad acetato di soda col vapore, nel modo istesso che si riscaldano li scaldini ad acqua, soltanto che il vapore invece di essere libero circola in un serpentino attraverso l'acetato e sorte dall'altra parte.

Questo serpentino in rame rosso, di 12 mm. di diametro interno, ha circa 8 metri di sviluppo.

Per ripartire alla superficie il calore interno, il sig. Sartiaux adottò un sistema di accumulatori di calorico composti di piastre metalliche che hanno la doppia proprietà di assicurare la solidità dello scaldino, e di ripartire il calorico per la loro conduttibilità.

Quando l'acetato di soda comincia a raffreddarsi la sua superficie si copre d'una crosta di cristalli, dapprima sottilissima, ma che aumenta rapidamente. Questa crosta isola la materia ancora calda che si trova nell'interno dello scaldino dalla superficie metallica sulla quale i viaggiatori posano i piedi.

Per raccogliere questo calore interno si ricorse a detti accumulatori o collettori che diedero buoni risultati. Per evitare la radiazione laterale ed inferiore dello scaldino, e per concentrare tutto il calore sulla parte superiore, si aveva a tutta prima conservato l'involucro di legno ordinario degli scaldini in uso nelle ferrovie della Compagnia del Nord.

Si riconobbe in seguito che era meglio utilizzare il volume perduto, che si avrebbe disponibile sopprimendo l'involucro di legno, aumentando così la capacità dello scaldino e per conseguenza il peso dell'acetato di soda, più che evitando la radiazione laterale.

Lo scaldino usato dalla Compagnia del Nord è formato da una cassa metallica che contiene dagli 8 ai 9 kg. di acetato di soda. Esso è in lamiera d'acciaio stagnata ed è diviso in 5 compartimenti da 4 separazioni longitudinali, formanti i collettori di calore. Il serpentino lo percorre dieci volte nella sua lunghezza e presenta uno sviluppo di un metro per ogni kg. di acetato di soda da fondere. Il peso totale dell'apparecchio è di 27 kg.

Questo scaldino si riscalda facilmente, mediante una corrente di vapore in un tempo che varia da 10 a 18 minuti, secondo lo stato dell'acetato di soda e della temperatura esterna.

La Compagnia del Nord usò questi scaldini durante i sei mesi dell'inverno scorso senza avere avuto alcun reclamo dai viaggiatori. Si riscaldarono con questo sistema i treni diretti da Parigi a Calais, Boulogne, Lilla, Mons e Jeumont. I percorsi più lunghi erano di 6 ore. In capo a questo tempo gli scaldini arrivavano a destinazione nella pro-

porzione di 95 tiepidi e 5 freddi. Si riconobbe che gli scaldini che arrivavano freddi non erano stati sufficientemente riscaldati da ottenere la completa fusione dell'acetato di soda. In complesso i risultati ottenuti dalla Compagnia del Nord durante l'ultimo inverno furono soddisfacentissimi.

(*Monitore delle Strade Ferrate*).

**Progresso notevole delle tramvie elettriche.** — Mentre si è in attesa di vedere l'elettricità prendere il posto che le conviene come mezzo di trazione sulle strade ferrate, è bene constatare il considerevole sviluppo, all'estero principalmente, delle tramvie elettriche nelle grandi città.

Il signor Ugo Koestler, ingegnere-capo delle Ferrovie dello Stato in Austria, in una sua conferenza alla Società degli Ingegneri di Vienna ha comunicato al riguardo ragguagli e dati interessantissimi. In Inghilterra e negli Stati Uniti d'America è dove le tramvie elettriche hanno raggiunto la massima diffusione.

Nel luglio 1890 gli Stati Uniti avevano già 2730 chilometri di tramvie elettriche in esercizio con 2308 vetture elettro-motrici, ed altre 987 semplicemente rimorchiate.

Nella maggior parte dei casi tali tramvie erano a trazione animale; ma l'elettricità si è pure sostituita in molte altre che erano a vapore, od a trazione funicolare, sistema questo, come ognuno sa, che in America fu molto bene studiato ed applicato con molta cura e pari buon successo. Nè devesi credere che in America abbia potuto darsi la preferenza alle tramvie elettriche solo perchè più eleganti, o più comode; ed ove pure non risultassero più economiche. Certamente i vantaggi della trazione elettrica sono tali che a costo uguale con quella a cavalli, la trazione elettrica si impone.

Quasi tutte le tramvie elettriche degli Stati Uniti ricevono l'energia mediante trasmissione della corrente ai veicoli con fili o conduttori aerei. L'accumulatore elettrico non ha mantenuto ancora le sue troppo importanti promesse. È pesante, è costoso, è soggetto a deteriorarsi. All'infuori di casi speciali, fra i quali pare debbasi mettere la navigazione lacuale, il sistema degli accumulatori non pare destinato a divenire un mezzo di trazione completo e soddisfacente.

I fili sono talvolta appoggiati presso le case, a colonne o travi di ferro con opportuni isolatori; tal'altra i conduttori aerei corrono longitudinalmente e nel bel mezzo la strada sorretti ad ogni 40 metri da gomene trasversali raccomandate pei loro capi alle case laterali. Tutto ciò non è certamente a favore dell'estetica, ma per dirla all'americana, potrà forse contribuire potentemente alla evoluzione del sentimento estetico.

In Inghilterra si è inaugurato fin dal novembre del 1890 una tramvia elettrica sotterranea in Londra. Oggi il movimento dei viaggiatori vi è considerevole, le spese d'esercizio sono modiche, al pari dei prezzi dei posti. L'esperienza essendo concludente porterà naturalmente i suoi buoni frutti.

In Germania ad Halle sulla Saale funziona perfettamente una tramvia elettrica del sistema *Sprague*; ed a Brema si è contentissimi del servizio delle tramvie elettriche del sistema *Thomson-Houston*. A Budapest è adottato il sistema *Siemens* ed *Halske* con conduttori sotterranei della lunghezza di oltre 9 chilometri; le vetture si succedono a due minuti d'intervallo, e quando occorre, due vetture si seguono a 100 metri di distanza l'una dall'altra.

Risulterebbe al signor Ugo Köstler che le spese di esercizio delle tramvie elettriche sono poco più della metà di quelle delle tramvie a cavalli. Così a Francoforte sarebbero risultate rispettivamente di L. 0,30 e 0,59 per chilometro. Ma questi calcoli comparativi non sono così facili a fare, nè si può nei risultati prescindere da una molteplicità di condizioni locali.

(*Génie civil*).

**Navigazione elettrica.** — Sono più di 50 anni che il prof. Jacobi di Pietroburgo lanciò sulla Neva il primo battello mosso colla elettricità. Si trattava di una semplice esperienza scientifica; a quell'epoca invero in fatto di sorgenti di elettricità si era ancora alle pile primarie e i motori elettrici erano nell'infanzia.

Nel 1888 l'applicazione dell'elettricità alla navigazione di piacere era un fatto compiuto, e d'allora in poi il progresso fu continuo e rapido.

È in Inghilterra principalmente ch'è stata studiata la questione per merito soprattutto degli elettricisti Reckenzaun e Immisch.

Il concetto fondamentale di questa applicazione dell'energia elettrica è quello di bruciare il carbone in macchine poste a terra, dalle quali viene fornito ai battelli la forza necessaria alla loro propulsione. I battelli sono a tale uopo muniti di accumulatori che vengono ricaricati, a seconda del bisogno, in stazioni apposite collocate a distanze convenienti sulle rive.

Ormai il Tamigi è solcato da una flotta di battelli di questo genere e vi esistono sei stazioni di ricaricamento. Il pubblico mostra un gran favore per queste belle imbarcazioni pulite, silenziose, senza odore di olio bruciato e senza fumo.

Nei battelli elettrici gli apparecchi generatori sono posti sia sotto i sedili, sia nella stiva, dimodochè tutto lo spazio interno rimane a disposizione dei passeggeri; la condotta del motore elettrico è semplice e senza pericolo di sorta, ed esige l'opera di una sola persona.

Si tratta finora di battelli per navigazione di piacere; l'applicazione del sistema ai battelli di commercio urterebbe ancora contro ragioni di costo: è tuttavia da sperarsi che gli studi sulla costituzione e sulla capacità degli accumulatori rendano possibile in un giorno non lontano la soluzione del problema.

I migliori battelli elettrici del Tamigi hanno batterie di accumulatori sufficienti per un percorso di km. 63 d'un sol tratto: alcuni funzionano regolarmente tra Londra e Oxford, ossia su 95 km. di distanza, rifornendosi una sola volta di elettricità. I più piccoli, che hanno m. 9 di lunghezza, contengono comodamente 12 a 15 persone, e i più grandi, della lunghezza di m. 21, ne contengono facilmente 70.

La velocità di corsa è limitata a km. 9,5 all'ora, ciò che non dipende dalla insufficienza dei mezzi di propulsione, ma bensì dal fatto che le autorità marittime del Tamigi non permettono una velocità maggiore per timore che l'agitazione delle acque possa danneggiare le rive. Questa velocità può essere mantenuta, senza ricaricare gli accumulatori, durante ore 6 1/2; riducendola a km. 7 all'ora, il sistema può funzionare per 9 ore di seguito.

Il battello *Viscountess Bury*, che passa per essere il più bello del genere, porta 180 accumulatori del peso totale di kg. 540, aventi una capacità di cinque ampere-ora per kg. di peso ed un rendimento elettrico variante da 75 a 85 0/10 a tutta velocità. Occorrono circa 4 ore per ricaricare la batteria, allorchè essa è completamente scarica. Per questa operazione, il battello s'accosta semplicemente ad una stazione della riva e vi si allaccia direttamente. Le stazioni contengono una macchina a vapore di 20 cavalli ed una dinamo di 150 a 250 volt e 70 ampère.

Sui fiumi nei quali esistono dighe, potrà essere utilizzata, per mezzo di turbine, la forza fornita dalla caduta per la produzione dell'elettricità. Sul Tamigi esistono poi stazioni elettriche galleggianti, le quali possono portare l'elettricità ai battelli in un punto qualsiasi del loro percorso.

Sul lago della contea di Lancastre, molto frequentato in estate, esiste di già una vera flotta di battelli elettrici; anche le flotte militari inglese e russa possiedono un certo numero di tali battelli capaci di trasportare 40 a 50 uomini alla velocità di 15 a 16 chilometri all'ora.

Alla Esposizione di Francoforte funzionava egregiamente un battello lungo m. 16, largo 3,10, profondo 1,40, con un tirante d'acqua di m. 1,10, il quale poteva portare 100 persone alla velocità di 12 km. l'ora. Il peso di tutti gli apparecchi elettrici era di km. 6500, mentre quello complessivo del battello era di kg. 15,000; l'energia veniva fornita da 56 accumulatori.

(*Giornale del Genio Civile*).

**Trasporto di energia elettrica a Lugano.** — Da una visita fatta sul posto abbiamo desunto i seguenti dati sull'impianto della *ferrovia funicolare a motore elettrico* del monte S. Salvatore, e sulla *illuminazione elettrica* di Lugano e di alcuni paesi limitrofi. La stazione centrale per la produzione della corrente è stata impiantata a Maroggia, ridente villaggio sul lago, a chilometri 8,500 al sud di Lugano; la forza motrice è fornita dalle acque del torrente Mara. L'impianto idraulico consta di tre turbine, due da 250 cavalli, e una da 150.

Quest'ultima turbina mette in moto una dinamo Oerlikon da 1800 volt e 30 ampère, a corrente continua, e serve per la funicolare: alle altre due turbine sono unite due dinamo Oerlikon a corrente alternata, da 2200 volt e 30 ampère, che servono per la illuminazione; però una sola basta; l'altra rimane di scorta.

La linea è interamente aerea con 4 fili di rame, due del diametro di mm. 8 per la corrente diretta, e due del diametro di mm. 6 per la corrente alternata, appoggiati ad isolatori a olio, su pali di castagno distanti fra loro m. 30. La linea parte da Maroggia, passa sul monte Bissone, ed attraversa il lago sulla diga-ponte costruita fra Bissone e Melide per la ferrovia del Gottardo; quindi sale sul monte S. Salvatore, alto m. 909 sul livello del mare, ne ridiscende sul fianco settentrionale, incontrando a metà cammino la stazione centrale della ferrovia funicolare, dove trovasi il motore elettrico, e quindi prosegue per Lugano.

Per proteggere la linea dalle scariche atmosferiche, sulla cima dei pali corre parallelamente ai fili di rame una cordicella di due fili di acciaio con punte (simile a quella adoperata nelle campagne come siepe artificiale): ad ogni 4 o 5 pali questa cordicella è messa in comunicazione col suolo. Inoltre la linea è protetta da scaricatori a lastre di rame collocati alle estremità delle due condutture sulla diga-ponte, e da tre parafulmini ordinari a punta di platino collocati sulla vetta del S. Salvatore, sopra tre edifici ai quali si appoggia la linea. Questi parafulmini sono in diretta comunicazione metallica con l'acqua del lago e pare che oltre alla linea estendano una benefica influenza ai due bracci di lago dominati dal monte, perchè dopo il loro impianto non si sono più avute forti scariche atmosferiche, mentre prima le fulminazioni erano frequenti.

La ferrovia funicolare serve a mettere in comunicazione il *Paradiso*, sobborgo di Lugano, con la vetta del S. Salvatore, da cui si gode una splendida vista sul lago; essa è a sistema Abt, e ha una lunghezza di m. 1640 con pendenze variabili dal 25 al 62 0/10. Il motore elettrico può sviluppare 36000 watt, però basta una forza molto minore; vi è un motore a vapore di scorta da soli 40 cavalli, ed è più che sufficiente allo scopo.

La linea per la luce elettrica si estende oltre Lugano alla località detta *Molino Nuovo* e oltre Maroggia per altri 4 km., con un percorso totale di km. 12,500, servendo così anche alla illuminazione di Riva, S. Vitale, Capolago, Melano, Maroggia, Bissone e Melide.

La corrente arriva col potenziale di 2000 volt, che mediante trasformatori viene abbassato a 100 volt: l'impianto comprende 26 stazioni di trasformatori Oerlikon, e di altri speciali costruiti a Lugano, che permettono di regolare la potenza di trasformazione secondo la distanza della stazione dal luogo di consumo della corrente.

Per ora in Lugano la luce elettrica non serve che per i privati; non potrà essere sostituita al gas per la illuminazione pubblica che nel 1895, quando scadrà la convenzione conclusa dal Municipio con la Società del gas.

L'illuminazione è fatta tutta con lampade ad incandescenza di diversi tipi, fra cui hanno dato ottima prova le Cruto; vi sono anche in azione delle lampade Simbeam da 100 fino a 2000 candele.

La luce elettrica viene pagata con una tassa annuale di 20 o 15 lire per ogni lampada da 10 candele, secondochè l'illuminazione dura fino a tardi, come negli alberghi, caffè, ecc., o cessa alle 7 di sera, come negli uffici, studi, ecc.; vi sono pure degli abbonamenti semestrali a L. 10. Il ricambio delle lampade è a carico dell'abbonato. Per quelli che vogliono pagare secondo il consumo, vengono impiantati dei contatori Aron, o Gauderay Frager; essi pagano una tassa fissa annuale di L. 4 per ogni lampada montata, e centesimi 4 per ogni ampère-ora consumato.

L'intero impianto è stato fatto dalla ditta Bucher e Durrer di Lugano, la quale tiene pure l'esercizio sia della ferrovia funicolare che della illuminazione elettrica.

(L'Electricista).

**I progressi della telefonia.** — Sulla linea telefonica tra Parigi e Londra è stato organizzato un vero e proprio servizio di corrispondenza, il quale fa pensare seriamente alla rivoluzione che il telefono va a portare nel campo degli attuali servizi di comunicazione. È noto, infatti,

che già da qualche tempo gli uffici telefonici di Parigi e di Londra erano aperti al servizio del pubblico e che la tassa per ogni tre minuti di conversazione era di L. 10. Questo genere di servizio dava luogo a continui inconvenienti, poichè non tutte le persone sono sensibili alle vibrazioni microfoniche. Però ora sono stati istituiti gli *uffici telefonici*, i quali in tre minuti sono in grado di trasmettere 400 parole. È vero che la tariffa in questo modo è salita da L. 10 a L. 26, però è da avvertire che per trasmettere le stesse parole per telegrafo occorrebbe la spesa di L. 80!

(L'Electricista).

## BIBLIOGRAFIA

**Progetto di un teatro**, premiato al Concorso Curlandese di Architettura dalla R. Accademia di Belle Arti in Bologna, dell'ingegnere ATTILIO MUGGIA, libero docente di Architettura tecnica nella R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri di Bologna. — Op. in-8° di pag. 47, con 6 tavole e 7 figure nel testo. — Torino, 1892. — Prezzo L. 3.

Non è un semplice progetto, bensì uno studio sotto tutti i punti di vista ed un'applicazione di tutto quanto si è osservato o praticato nei più notevoli teatri moderni. Ond'è che il lettore vi trova in poche pagine una completa monografia di tutte le norme indispensabili a conoscersi da chi deve dare il progetto di costruzioni consimili.

A mo' di introduzione l'Autore dà rapidissimi cenni storici di ciò che fu e divenne il teatro dai primordi della civiltà greca, ove se ne trovano le prime tracce caratteristiche, fino ai tempi moderni, mostrando come l'importanza del teatro sia andata crescendo collo sviluppo sempre maggiore della civiltà e degli studi classici, spiegando come e perchè sia avvenuta la trasformazione dell'antico anfiteatro nel vero tipo del teatro italiano, quale riscontrasi nel S. Carlo di Napoli, e nel teatro della Scala di Milano, uno dei più grandi teatri d'opera d'Europa ed il meglio riuscito per l'acustica.

Questo medesimo tipo è stato poi perfezionato in Francia segnatamente nella disposizione delle varie parti accessorie e nella ricchezza della decorazione, mentre le altre nazioni non fecero che riprodurre sostanzialmente i teatri italiani e francesi.

Nella *prima parte* del libro l'Autore si preoccupa del carattere particolare di codesti edifici e della necessità che la distribuzione e conformazione delle diverse parti principali risultino manifeste anche a chi esamini l'edificio solo dall'esterno, spingendo la regola al punto da attenersi ad una forma planimetrica in parte curvilinea che riveli in alcun modo la forma dell'anfiteatro o sala destinata agli spettatori, il che naturalmente conduce ad incompleta utilizzazione dell'area disponibile; ma questa, come tutti sanno, è d'ordinario assai scarsa. Per cui resterebbe a vedersi se non basta limitarsi a lasciare in evidenza la parte essenziale e caratteristica del teatro nei piani superiori, utilizzando la parte mistilinea dell'area in terreno e coprendola a terrazzi che possono in caso d'incendio servire prontamente di sfogo agli spettatori dei piani superiori.

Nella *seconda parte* si prendono a successivo esame le parti principali del teatro, cominciando dalla *sala* in cui il pubblico assiste alle rappresentazioni, di cui è studiata la *forma*, rispetto alla visibilità ed all'acustica, e la *capacità*; e successivamente si considerano le diverse esigenze del *palcoscenico*.

Nella *terza parte* si discorre dei servizi speciali, cioè della ventilazione e del riscaldamento, della illuminazione, e delle precauzioni contro gli incendi.

Il programma del concorso, che diede occasione all'ing. Muggia di stendere per così dire lezioni riassuntive brevissime su tutti i bisogni del teatro moderno, domandava il progetto di un teatro capace di tremila spettatori, adatto per rappresentazioni sia diurne che notturne, e per spettacoli tanto di prosa che di musica.

Nelle tavole annesse è disegnato tale progetto con figure nitidissime e precise; cioè: due planimetrie, la facciata, il fianco, la sezione longitudinale, e alcune sezioni trasversali.

La relazione ed i disegni appaiono lodevolissimi per ogni riguardo, e degni del premio all'autore conferito dalla R. Accademia di Belle Arti di Bologna.

G. S.

