

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.

RESISTENZA DEI MATERIALI

ESPERIMENTI

SULLA

RESISTENZA ALLA PRESSIONE DEI MATTONI PIENI

NELLE CONDIZIONI DELLA PRATICA

eseguiti dal prof. comm. G. CURIONI

nella Scuola d'Applicazione degli Ingegneri in Torino (*).

1. — In quasi tutte le esperienze, che finora si sono instituite per accertare le resistenze alla rottura per pressione dei mattoni, si è operato: o sopra piccoli cubi, aventi per lato la dimensione minima dei mattoni da cui furono estratti; o sopra prismi costituenti una parte di mattone; o tutto al più sopra mattoni intieri, presi ad uno ad uno. Quasi sempre poi si è praticato: o di sottoporre a preventiva levigatura le facce da comprimersi; o di porre i saggi in prova fra due pezzi di lamiera di piombo.

Queste pratiche, ponendo i laterizi che si esperimentano in condizione ben diverse da quelle in cui finiranno per trovarsi i materiali della stessa provenienza e qualità nella composizione delle masse murali, non possono condurre a buoni risultamenti. Ed è evidente: che l'estrazione di saggi di forma cubica e parallelepipedica, da mattoni intieri, rende senza dubbio quelli relativamente meno resistenti di questi; che la levigatura delle facce da comprimersi priva i saggi su cui vien fatta di una scorza la quale, se da una parte è più resistente del materiale che avvolge, d'altra parte dà ai mattoni delle irregolarità talvolta dannose alla loro resistenza; e che l'interposizione di due pezzi di lamiera di piombo, fra i saggi ed i corpi fra i quali questi si devono schiacciare, è insufficiente per ben riempire le irregolarità inevitabili sulle faccie dei mattoni, e principalmente di quelli fabbricati a mano, e quindi a ripartire la pressione in modo per quanto si può uniforme.

Per ovviare agli indicati inconvenienti, sono venute nell'avviso di instituire le esperienze su mattoni interi e su pilastrini di mattoni, regolarizzando le facce da comprimersi con malta di cemento e sabbia, ed impiegando la stessa malta nei giunti per la composizione dei pilastrini. Ed è così che ho incominciato ad esperimentare su mattoni fabbricati a mano, e su mattoni fabbricati con macchine, aventi il giusto grado di cottura, provenienti dallo stabilimento del signor Ingegnere Chinaglia Giuseppe, impiantato in Borgo Po presso la cinta daziaria della città di Torino. La malta stata impiegata per regolarizzare le facce da comprimersi e per unire i mattoni nella formazione dei pilastrini era formata per parti eguali di cemento di Casale Monferato e di sabbia fina del fiume Po, ed i diversi saggi sono stati sottoposti ad esperimento dopo un medio intervallo di cinquanta giorni dalla loro preparazione.

Generalmente si è operato su mattoni disposti di piatto, ossia producendo la pressione in senso normale alle loro facce maggiori; ma si è anche fatta qualche esperienza su mattoni disposti di costa, ossia col produrre la pressione in senso normale alle loro facce medie. Non si è creduto conveniente di operare su mattoni disposti di punta, perchè una tale esperienza è affatto destituita di pratica importanza.

Si è operato su saggi dello stesso modello ed in senso

normale alle loro facce maggiori per i mattoni fatti a mano, su saggi di due modelli differenti ed in senso pure normale alle loro facce maggiori per i mattoni fabbricati con macchine. E le esperienze su mattoni disposti in costa si sono fatte solamente sopra saggi, di un sol modello, fabbricati con macchine.

I risultati degli instituiti esperimenti ed i corollari, che dai medesimi si deducono, sono riassunti nei quattro numeri che seguono.

2. — *Risultati delle esperienze sui mattoni fabbricati a mano.* — Cinque serie di esperienze si sono fatte con questi mattoni, e ciascuna serie si è compiuta con sei prove. I saggi stati impiegati per queste prove avevano mediamente la lunghezza di 230, la larghezza di 110, e la grossezza di 56 millimetri. Per le prime quattro serie di esperienze si impiegarono esclusivamente mattoni intieri; per la quinta serie si fecero entrare, nella composizione dei pilastrini, mattoni intieri e parti di mattoni.

I risultati delle instituite esperienze risultano dalla tavola che segue:

INDICAZIONE DEI SAGGI	N° d'ordine dei saggi della serie d'esperienze	Superficie resisten- ti Q	Carichi di rottura T''	Coefficienti di rottura $R''=T'':Q$ per m. millimetro quadrato
Mattoni posti fra due pezzi di lamiera di piombo	1	mmq. 26000	cg. 34900	1,34
	2	26000	33650	1,29
	3	25000	33870	1,35
	4	25200	33200	1,32
	5	25300	31200	1,23
	6	25300	33200	1,31
Mattoni colle facce com- presse regolarizzate median- te malta	1	26100	68090	2,61
	2	26000	68000	2,63
	3	24900	65000	2,61
	4	25000	63700	2,55
	5	25300	65000	2,57
	6	25300	66000	2,61
Pilastrini fatti con due mattoni sovrapposti colle facce compresse regolariz- zate mediante malta	1	25500	42000	1,65
	2	25000	35680	1,43
	3	25700	43200	1,68
	4	25000	36100	1,44
	5	24900	40100	1,61
	6	25300	39900	1,58
Pilastrini fatti con tre mattoni sovrapposti colle facce compresse regolariz- zate mediante malta	1	25000	22800	0,91
	2	25200	23200	0,92
	3	25100	25000	1,00
	4	25500	25800	1,01
	5	26000	25120	0,97
	6	25000	23000	0,92
Pilastrini con giunti nor- mali alle facce compresse, fatti con tre filari di mattoni e colle facce predette rego- larizzate mediante malta	1	33300	29260	0,88
	2	33300	28700	0,86
	3	33400	28990	0,87
	4	33100	27200	0,82
	5	33300	27000	0,81
	6	32600	26100	0,80

(*). La presente Memoria è riprodotta dagli Atti della Regia Accademia delle Scienze di Torino, Vol. xvii, 1882.

La rottura di soli mattoni, posti fra due pezzi di lamiera di piombo, quasi sempre era preceduta dalla divisione mediante fenditure longitudinali e trasversali, divisione provocata dalla irregolarità dei mattoni stessi. In seguito s'incominciava a notare lo schiacciamento sulle parti più prominenti delle facce compresse; e questo fenomeno andava estendendosi coll'aumentare della forza premente fino ad ottenere la rottura determinata dalla quasi completa disaggregazione della materia componente i saggi.

La rottura dei mattoni, colle facce compresse regolarizzate mediante malta, sovente era pure preceduta da qualche fenditura longitudinale o trasversale. Sempre poi si manifestavano scaglie su tutte le facce laterali, e, cessata ogni resistenza nei saggi sperimentali, trovavasi nel ro interno una massa completamente disaggregata e quasi ridotta allo stato polverulento.

La rottura di pilastri, formati con due e con tre mattoni sovrapposti, sovente era pure annunciata da qualche fenditura longitudinale o trasversale e dall'apparizione di scaglie sulle facce laterali. E, dall'esame dei saggi stati sperimentati, si rilevava che il fenomeno dello schiacciamento era sempre più pronunciato in quei siti delle facce di contatto, nei quali le prominente delle facce stesse si trovavano opposte.

La rottura di pilastri, con giunti normali alle facce compresse e fatti con tre filari di mattoni, si manifestava in modo analogo a quello dei pilastri fatti con mattoni sovrapposti. Però appariva evidente il fatto, che i primi a dar segni di rottura erano i mattoni non intieri presentanti sulle facce laterali le superficie secondo le quali furono tagliati.

La grande differenza, che esiste fra il valore del coefficiente medio di rottura dei mattoni posti fra due pezzi di lamiera di piombo ed il valore dello stesso coefficiente dei medesimi mattoni colle facce compresse, regolarizzate mediante malta, si deve attribuire alle molte irregolarità che sempre si riscontrano sulle facce maggiori dei mattoni fabbricati a mano, ed al fatto che la malta distrugge queste irregolarità assai meglio della lamiera di piombo.

Le differenze, che si notano fra il valore del coefficiente medio di rottura dei mattoni soli colle facce compresse regolarizzate mediante malta, ed i valori degli analoghi coefficienti per pilastri fatti con mattoni sovrapposti, sono dovute, in parte alle irregolarità delle facce d'unione dei mattoni nella composizione dei pilastri, ed in piccola parte al rapporto dell'altezza dei primi compressi alla dimensione minima delle facce premute.

La differenza, che si osserva fra il valore del coefficiente medio di rottura dei pilastri di soli mattoni sovrapposti ed il valore dello stesso coefficiente per pilastri con giunti normali alle facce compresse e fatti con tre filari di mattoni, si crede attribuibile, per piccola parte ai giunti normali, e per la più gran parte al fatto di non essersi impiegati soltanto mattoni interi nella composizione degli ultimi pilastri.

3. — Risultati delle esperienze sui mattoni fabbricati con macchine. — Otto serie di esperienze si sono fatte con questi mattoni, e ciascuna serie si è compiuta con quattro prove. I saggi stati impiegati per queste prove erano di due modelli differenti: quelli di un modello avevano mediamente la lunghezza di 243, la larghezza di 90 e la grossezza di 55 millimetri; quelli dell'altro modello avevano le analoghe dimensioni di 230, di 110 e di 48 millimetri. Le prime cinque serie di esperienze furono fatte con mattoni del primo modello, e le tre successive con mattoni del secondo modello. Si fa poi notare che tutti indistintamente i mattoni stati sottoposti ad esperimento furono fabbricati colla stessa qualità di terra, e che nel comprimere l'impasto nello stampo si produsse un'identica totale pressione sulle loro facce maggiori, e quindi una pressione riferita all'unità di superficie, che per mattoni del primo modello fu un po' maggiore di quella per mattoni del secondo modello.

I risultamenti delle fatte esperienze si trovano nella seguente tavola:

INDICAZIONE DEI SAGGI	N° d'ordine dei saggi della stessa serie d'esperienza	Superficie restitenti Q	Carichi di rottura T''	Coefficienti di rottura $R''=T'' : Q$ per millimetro quadrato
Mattoni del primo modello posti fra due pezzi di lamiera di piombo	1	mmq. 21510	cg. 50000	cg. 2,32
	2	21840	51500	2,36
	3	21840	52000	2,38
	4	21658	50500	2,33
2,35				
Mattoni del primo modello colle facce compresse regolarizzate mediante malta	1	21330	66500	3,12
	2	21600	68700	3,18
	3	21510	67000	3,11
	4	21420	63000	2,94
3,09				
Pilastri fatti con due mattoni del primo modello sovrapposti, colle facce compresse regolarizzate mediante malta	1	21420	32900	1,54
	2	21840	35400	1,62
	3	21240	34400	1,62
	4	21420	37900	1,77
1,64				
Pilastri fatti con tre mattoni del primo modello sovrapposti, colle facce compresse regolarizzate mediante malta	1	22500	29000	1,29
	2	23000	34000	1,48
	3	22410	30000	1,34
	4	22410	33000	1,47
1,39				
Pilastri fatti con quattro mattoni del primo modello sovrapposti, colle facce compresse regolarizzate mediante malta	1	22113	26000	1,18
	2	22500	29600	1,32
	3	21870	26500	1,21
	4	21690	27900	1,29
1,25				
Mattoni del secondo modello posti fra due pezzi di lamiera di piombo	1	25300	39200	1,55
	2	25100	38500	1,53
	3	25000	39100	1,56
	4	25400	40300	1,59
1,56				
Mattoni del secondo modello colle facce compresse regolarizzate mediante malta	1	25760	61500	2,39
	2	25080	61000	2,43
	3	25300	54700	2,16
	4	25300	57250	2,26
2,31				
Pilastri fatti con due mattoni del secondo modello sovrapposti, colle facce compresse regolarizzate mediante malta	1	25760	42000	1,63
	2	25425	40800	1,60
	3	25070	38000	1,52
	4	25000	37800	1,51
1,56				

La rottura di un sol mattone quasi sempre era preceduta dal manifestarsi di scaglie su tutte le facce laterali. E l'esame dei saggi sperimentati metteva in evidenza essere avvenuta nel loro interno, o una frattura a piccole scaglie quasi perpendicolari alle facce state compresse, o una divisione nel senso longitudinale determinante quasi tanti cunei opposti, aventi le loro basi sulle facce stesse.

La rottura dei pilastri formati con due mattoni sovrapposti, quasi sempre era annunciata da scaglie sulle facce laterali. E dall'esame dei saggi sottoposti ad esperimento si deduceva, che allo sfasciamento laterale molto aveva contribuito la formazione di cunei longitudinali, aventi le loro basi sulle facce premute e gli spigoli opposti alle basi quasi coincidenti cogli assi longitudinali dei saggi stessi.

Nei pilastri fatti con tre o con quattro mattoni sovrapposti la rottura era generalmente preceduta da fenditure e dall'apparizione di piccole scaglie sulle facce laterali; e quindi quasi istantaneamente avveniva uno sfaccellamento per divisione dei saggi compressi in grandi scaglie perpendicolari alle facce premute.

La differenza, non molto grande, ma pur sensibile, che esiste fra il valore del coefficiente medio di rottura per mattoni posti fra due pezzi di lamiera di piombo ed il valore dello stesso coefficiente per medesimi mattoni colle facce compresse regolarizzate mediante malta, sembra doversi attribuire: a qualche irregolarità che si riscontra

anche sulle facce maggiori dei mattoni fabbricati con macchine, irregolarità che quasi sempre questi mattoni contraggono nella cottura; ed al fatto che la malta distrugge queste irregolarità assai meglio delle lamiere di piombo.

Le differenze, che si riscontrano fra il valore del coefficiente medio di rottura dei mattoni soli colle facce compresse regolarizzate mediante malta, ed i valori degli analoghi coefficienti per pilastri fatti con mattoni sovrapposti, sembrano dovute all'altezza dei prismi compressi, altezza che per pilastri è tale da facilitare la divisione in parti tendenti ad accelerare lo sfasciamento laterale.

I maggiori valori dei coefficienti medi di rottura dei mattoni del primo modello, per rapporto a quelli dei mattoni del secondo modello stati sperimentati in condizioni analoghe, si devono attribuire al fatto della maggior compressione, riferita all'unità di superficie delle facce maggiori, stata prodotta nel comprimere la terra nello stampo all'atto della fabbricazione dei primi mattoni. La diminuzione meno rapida, che ha luogo nei coefficienti medi di rottura dei saggi fatti con mattoni del secondo modello, per rapporto a quelli dei saggi fatti con mattoni del primo modello, nel passare dagli esperimenti su soli mattoni agli esperimenti su pilastri fatti con due mattoni sovrapposti, sembra trovare spiegazione nella minor grossezza dei mattoni del secondo modello per rapporto alla dimensione analoga dei mattoni del primo modello; per cui, essendo i pilastri stati provati nella terza serie di esperienze più alti di quelli stati provati nell'ottava, furono in questi meno favorite le divisioni tendenti ad accelerare lo sfasciamento laterale.

4. — Risultati delle esperienze sui mattoni disposti in costa. — Queste esperienze sono state in numero di quattro e si sono istituite sopra mattoni fabbricati con macchine, del primo modello, ossia mediamente colla lunghezza di 243, colla larghezza di 90 e colla grossezza di 55 millimetri.

Le esperienze si sono fatte operando la compressione sulle facce medie, e si sono ottenuti i risultati contenuti nella tavola che segue:

INDICAZIONE DEI SAGGI	N° d'ordine dei saggi	Superficie resistenti Ω	Carichi di rottura T''		Coefficienti di rottura $R'' = \frac{T''}{\Omega}$ per millimetro quadrato
			mmq.	cg.	
Mattoni colle facce compresse regolarizzate mediante malta	1	13145	19100	1,45	1,64
	2	13200	21300	1,61	
	3	13640	24000	1,76	
	4	13478	23500	1,74	

La rottura si è sempre manifestata con fenditure perpendicolari alle facce compresse e quasi parallele alle facce maggiori dei saggi, ed è avvenuta colla divisione di questi ultimi in grandi scaglie.

5. — Conclusioni risultanti dalle riportate esperienze. — Queste conclusioni sono:

1° Che la pratica, di fare esperienze sulla resistenza alla rottura per pressione dei mattoni col porli fra due pezzi di lamiera di piombo, non sembra tale da poter dare risultamenti accettabili;

2° Che le esperienze sopra saggi di un sol mattone, colle facce compresse regolarizzate mediante malta, danno risultamenti migliori di quelli che si ottengono sopra pilastri degli stessi mattoni colle facce compresse regolarizzate nell'identico modo e coll'interposizione della medesima malta fra i giunti;

3° Che, colla stessa qualità di terra, i mattoni fabbricati con macchine sono più resistenti di quelli fabbricati a mano;

4° Che la resistenza alla rottura per pressione dei pilastri, formati con mattoni sovrapposti della stessa provenienza, va diminuendo col crescere della loro altezza;

5° Che, a parità di tutte le altre circostanze, la maggior compressione delle terre nello stampo all'atto della

fabbricazione dei mattoni ha qualche favorevole influenza sulla loro resistenza alla rottura per pressione;

6° Che i medesimi mattoni compressi di piatto, ossia sulla loro faccia maggiore, presentano una maggior resistenza che non quando sono compressi di costa.

In tutte le esperienze, di cui si sono riportati i risultamenti, i saggi stati posti in prova avevano le loro facce laterali perfettamente libere. Questo fatto non si verifica sempre nella fabbricazione delle masse murali, e quindi sembrano utili esperienze quelle che mi propongo di fare, sopra mattoni non liberi su una, su due, su tre e su tutte e quattro le loro facce laterali.

Torino, 15 Gennaio 1882.

IDRAULICA PRATICA

SUI RISULTATI PRATICI DI VARIE MACCHINE IDROFORE APPLICATE IN OLANDA.

APPUNTI dell'Ingegnere GIOVANNI CUPPARI.

(Veggansi le Tavole XV e XVI).

III.

Consorzio generale di Rijnland.

Edificio idroforo di Halfweg. — Esso è destinato come è noto (*) a scaricare sull'Y (dall'anno 1873 chiuso e ridotto ad un canale) le acque del bacino generale di raccolta del grande consorzio (*hoogheemraadschap*) di Rijnland. Quel bacino, chiamato *boezem*, parola olandese che per brevità non tradurrò in seguito, ha ora 3480 ettari di specchio d'acqua al livello normale.

Vi scaricano le loro acque: naturalmente i terreni alti o *boezemlanden*, per ettari 13725 e le dune in parte; artificialmente i terreni dei *polders*, *polderlanden*. Questi sono classificati, giusta il livello normale delle loro acque interne, come segue:

Livello normale a 1,00 — A P (**)	o più alto, ettari 6589
» fra 1,00 e 1,50 — AP	» 24627
» 1,50 e 2,00 »	» 9030
» 2,00 e 3,50 »	» 0
» 3,50 e 4,00 »	» 1315
» 4,00 e 4,50 »	» 1568
» 4,50 e 5,00 »	» 26720
» 5,00 e 5,50 »	» 2724
» 5,50 e 6,00 »	» 3190

Tali dati variano, come si sa, ogni anno in Olanda, causa i crescenti prosciugamenti, le variazioni nei livelli normali, ecc. I precedenti sono relativi al 1867, ma i cambiamenti avvenuti negli ultimi anni sono pochi, e per lo scopo di questo scritto non avrebbero importanza alcuna.

La totale superficie di Rijnland è di ettari 104560; ma deve ricevere nel suo *boezem* le acque di un altro consorzio, quello di *Woerden*. Ne segue che il *boezem* di Rijnland, in comunicazione con quello di *Woerden*, che ha una superficie di 163 ettari, riceve effettivamente le acque di una totale area di ettari 122450.

Allorchè fu prosciugato il lago di *Haarlem*, che era in comunicazione col *boezem* di Rijnland, si rimediò all'in-

(*) MAGANZINI, *Sulle opere idrauliche dei Paesi Bassi*. — Roma, 1877.

Gevers van Endegeest. Over de droogmaking van het Haarlemmermeer, Leida, 1843 e segg. Di questa importantissima monografia esiste una traduzione francese.

Gevers van Endegeest. Het Hoogheemraadschap van Rijnland. L'Aja, 1871.

Het verzekeren van een vasten boezemstand aan Rijnland, col-l'appendice *Nadere Adviezen*, (rapporti di una Commissione di ingegneri) *Alkmaar*, 1868 — *Arnhem*, 1872.

A. van Egmond, Beschrijving... van Rijnland, Rotterdam, 1867.

(**) A. P. Zero di Amsterdam corrispondente al medio livello dell'Y in Amsterdam, avanti che fosse indigato.

gente diminuzione del bacino di raccolta col munirlo di una migliore sfociatura naturale sul Mare del Nord a *Katwijk* e di tre edifici idrofori che vennero collocati a *Halfweg* e a *Spaarndam* sull'*Y* e a *Gouda* sul fiume *Yssel*.

Nel 1880 è stato aggiunto un altro a *Katwijk*. Le acque versate in quel bacino di raccolta, composto d'una rete di canali e dei pochi laghetti rimasti non prosciugati, provengono, come si vede, per la maggior parte dai *polders*, ciò che vuol dire che lo scarico vi è fatto meccanicamente. Ma questo primo innalzamento non basta, e occorre un secondo; non sempre (1), ma bene spesso. A ciò sono destinati gli edifici idrofori a vapore (*stoomgemalen*) rammentati.

Le condizioni interne del *boezem* sono definite (riferendosi all'idrometro di *Oude Wetering* situato in posizione assai centrale) dai termini seguenti:

Livello medio (anni 1873-77)	0,505 — AP
» minimo »	0,700 — AP
» massimo »	0,200 — AP
» massimo desiderato	0,400 — AP.

(1) Nel 1881 sono stati scaricati dal *boezem* 618 milioni di m. c., dei quali 355 meccanicamente. Sono stati introdotti 76 milioni di m. c., di cui la maggior parte in estate per rinfrescare i canali.

Le condizioni dell'*Y* avanti l'indigamento erano a *Halfweg*.

Flusso medio	0,080 + AP
Riflusso »	0,250 — AP
Flusso massimo	1,940 + AP
Riflusso »	1,200 — AP.

Dopo la chiusura dell'*Y* il Canale che gli è stato sostituito dovrebbe avere (in forza del patto imposto dalla concessione governativa) il livello di 0,50 — AP. Ma tale livello è rimasto un puro desiderio per *Rijnland*, benchè l'opera del Canale, dovuta in massima parte all'iniziativa privata, sia ottimamente riuscita. L'anno decorso il medio livello del Gran Canale fu a *Halfweg* 0,37 — AP.

L'ultimo edificio idroforo è stato perciò destinato a dominare meglio i livelli interni, in cui la variazione di pochi decimetri può recare danni incalcolabili. Il massimo non dovrebbe oltrepassare 0,40 — AP.

L'edificio idroforo di *Halfweg*, cui si riferiscono le tabelle 1 e 2, ha 6 ruote a schiaffo (*schepdraderen*), della complessiva larghezza utile di petto di m. 11,800. Per una il diametro esterno è m. 7,000, per le altre cinque, m. 6,500. Il raggio interno è m. 1,625. Le pale, in num. di 24, sono inclinate al raggio per modo da essere tutte tangenti a una circonferenza concentrica alla ruota e avente il raggio di m. 0,870. Il centro di questa è a m. 1,720 + AP. La macchina a vapore è con distribuzione a 4 valvole separate, con espansione regolabile a mano (sul tipo delle antiche macchine a vapore a doppio effetto di Cornovaglia).

TABELLA N. 1. — Edificio idroforo *Halfweg*.

D A T A	Numero dei giri al l'	Ore di lavoro	Acqua sollevata	Prevalenza	Effetto utile	Consumo di carbon fossile	
						totale	all'ora e al c. v.
			M. c.	M.	c. v.	Tonnellate	Chg.
1872 Gennaio	4.23	488.40	23267700	0.4296	82.56	144.900	3.914
» Febbraio	4.26	269.55	14960800	0.4342	89.26	78.880	3.278
» Marzo	4.18	137.17	6960900	0.4878	93.81	48.450	3.765
» Giugno	4.23	104.35	5325700	0.6944	131.25	33.260	2.428
» Settembre	4.25	355.55	22030000	0.2275	52.21	90.630	4.882
» Ottobre	4.25	583.35	36273000	0.3110	71.30	164.250	3.949
» Novembre	4.26	623.50	35911400	0.3015	68.38	195.900	4.590
» Dicembre	4.26	535.10	28201100	0.2604	50.83	166.200	6.110
1873 Gennaio	4.27	423.45	25490200	0.2385	53.17	131.800	5.854
» Marzo	4.27	76.30	3871200	0.2943	55.30	27.150	6.434
» Agosto	4.20	52.30	2593300	0.3690	67.77	15.080	4.255
» Settembre	4.26	450.40	23448200	0.3876	74.74	132.710	3.942
» Ottobre	4.26	188.35	10199000	0.4858	97.42	57.536	3.136
» Novembre	4.23	166.10	8414300	0.6920	129.83	53.222	2.468
» Dicembre	4.26	46.15	2267700	0.4045	73.61	16.658	4.903
1874 Gennaio	4.26	266.10	13651100	0.3296	62.6	79.624	4.775
» Febbraio	4.26	71.45	3745600	0.2670	51.8	22.394	6.004
» Agosto	4.18	56 —	2767700	0.3860	70.6	22.2	5.617
» Settembre	4.245	82.55	4067700	0.3764	68.70	32.584	5.746
» Ottobre	4.165	272 —	13273100	0.3500	63.26	97.320	5.656
» Novembre	4.26	292.5	16462000	0.3860	80.4	116.060	4.938
» Dicembre	4.26	354.4	19133200	0.3420	70 —	136.660	5.500
1875 Gennaio	4.225	434.50	23198400	0.2635	51.3	156.800	7.03
» Febbraio	4.24	151.15	7631200	0.3380	63.2	54.980	5.75
» Marzo	4.11	88.25	4315300	0.3576	64.8	24.460	4.62
» Luglio	4.20	73 —	3297600	0.2217	37 —	23.760	8.80
» Settembre	4.10	50.49	2641600	0.3167	62.8	16.605	5.24
» Ottobre	4.01	257.30	13611400	0.3290	64.4	99.215	5.99
» Novembre	4.05	408.25	22271600	0.4078	82.4	167.580	4.98
» Dicembre	3.92	245.55	12731100	0.3845	73.8	96.140	5.30

TABELLA N. 2.

Risultati della Tabella N. 1 ordinati secondo le prevalenze.

Limiti della prevalenza	D A T E		Consumo di carbon fossile all'ora e al c. v.	
			Chg.	
Da 0.20 a 0.30	Settembre	1872	4.882	
	Dicembre	»	6.110	
	Gennaio	1873	5.854	
	Marzo	»	6.434	
	Febbraio	1874	6.004	
	Gennaio	1875	7.030	
	Luglio	»	8.800	
		Totale		45.114
	Media		6.445	
Da 0.30 a 0.40	Ottobre	1872	3.949	
	Novembre	»	4.590	
	Agosto	1873	4.255	
	Settembre	»	3.942	
	Gennaio	1874	4.775	
	Agosto	»	4.886	
	Settembre	»	5.746	
	Ottobre	»	5.656	
	Novembre	»	4.938	
	Dicembre	»	5.500	
	Febbraio	1875	5.750	
	Marzo	»	4.620	
	Settembre	»	5.240	
Ottobre	»	5.990		
Dicembre	»	5.300		
	Totale		75.137	
	Media		5.009	
Da 0.40 a 0.50	Gennaio	1872	3.914	
	Febbraio	»	3.278	
	Marzo	»	3.765	
	Ottobre	1873	3.136	
	Dicembre	»	4.903	
	Novembre	1875	4.980	
	Totale		23.976	
	Media		3.996	
Da 0.60 a 0.70	Gennaio	1872	2.428	
	Novembre	1873	2.468	
		Totale		4.896
		Media		2.498

Ha un cilindro di m. 1,015 × 2,438. A servizio della motrice stanno 3 caldaie, sempre in azione, aventi 50 m. q. l'una di superficie riscaldata. La pressione massima è di 3 atmosfere. L'albero motore porta a ogni lato un rocchetto che ingrana in una ruota dentata calettata sull'albero di 3 ruote a schiaffo. La velocità viene ridotta nel rapporto 13,5 : 6.

Le ruote a schiaffo sono tutte montate sul medesimo albero, ma questo non è di un solo pezzo, bensì di più pezzi che a piacere sono resi solidali mediante manicotti accoppiatori. Manovrando questi, si può staccare o attaccare quel numero di ruote che si vuole: generalmente si cerca di tenere da ogni parte della motrice un eguale

numero di ruote in azione. Il regolamento interno prescrive al macchinista quante ruote debbano lavorare a seconda delle prevalenze.

È da notarsi che mentre nel Veneto le ruote a schiaffo ricevono generalmente il moto alla periferia interna o esterna, in Olanda ciò avviene sempre per mezzo dell'albero. Dei tre sistemi di costruzione di ruote idrauliche, motrici o mosse, distinti secondochè la trasmissione della forza si fa: 1° per mezzo dell'albero e delle razze rigide, 2° per mezzo di una ruota dentata applicata a una delle corone esterne, dell'albero e delle razze rigide, 3° per mezzo delle corone collegate fra loro da un doppio ordine di tiranti, gli olandesi s'attengono ancora al primo, sebbene, secondo dice *Redtenbacher* nel fare la distinzione riferita, esso non si presti utilmente che per forze di 10 o 12 cavalli. Richiede un peso molto maggiore di materiale e non può convenire che quando per la tenuità delle dimensioni il vantaggio della ruota dentata alla periferia non valga a compensare il costo un po' considerevole di questa. La ragione di questo sistema va ricercata nella storia degli *usi locali*. Da secoli sono in attività i mulini a vento (1) per tenere in asciutto i terreni. Questi non comportavano per più ragioni che ruote piccole, e in passato non potevano essere che di legno. Per essi il sistema di trasmissione coll'albero era quello che ci voleva, e non poteva pensarsi a sistemi articolati. Il tipo si formò ed è rimasto, anche da che l'asciugamento a vapore è in pieno sviluppo.

Pei Veneti invece non c'erano precedenti di macchine a vento o d'altri congegni elevatori. Era cosa nuova lo asciugare, ma era invece ben noto nel Veneto, come in tutta Italia, l'uso delle ruote idrauliche *motrici*. Qui dove scrivo, per esempio, in Pisa, non si conoscono dai pratici le ruote a schiaffo, ma delle ruote motrici si sanno bene e i vari tipi e i vari sistemi d'applicazione. A nessuno verrebbe in mente qui di fare una ruota a pale di oltre 8 metri di diametro senza applicare il 3° dei sistemi predetti, chiamato *a sospensione*, di cui abbiamo sott'occhio parecchi modelli in azione.

Nelle condizioni degli edifici idrofori olandesi, con più ruote *sul medesimo albero* occorrerebbero ruote dentate alla periferia *esterna*, e colle grandi larghezze che si danno là ora, sarebbe necessario spesso collocarne due, una per parte e non fidarsi tanto (usando il sistema a sospensione) dei *tiranti periferici*, per impedire la torsione della ruota. Il sistema di due ruote dentate, una a ogni parte, è stato applicato nel Veneto in diversi casi. Con due ruote dentate ciascuna sono le due ruote a schiaffo di Bresega, presso Adria, cui il notevolissimo diametro di m. 12,00, dà il primo posto in ordine di grandezza fra le ruote a schiaffo olandesi ed italiane.

Per dare un'idea della differenza di peso, basti il dire questo. Le ruote di Bresega con m. 12,00 di diametro esterno, metri 8,00 di diametro interno e m. 2,00 di larghezza *colle pale incassate fra due armille di lamiera*, ragione di maggior peso, hanno un albero di m. 0,430 nel punto ov'è massimo, e di 0,380 agli appoggi. Lo spostamento d'acqua è di circa m. c. 150 al l' per ruota.

Le ruote di *Katwijk*, che descriverò fra breve, con soli m. 9,00 di diametro e m. 2,45 di larghezza, hanno gli alberi delle ruote *più lontane* di diametri eguali ai precedenti.

Le 8 ruote, pure di recentissimo impianto, di *Zeeburg*, presso *Amsterdam*, con m. 8,00 di diametro e m. 3,25 di larghezza, sono talmente fatte che *le più lontane* dalle motrici hanno gli alberi del diametro di m. 0,450, che pesano oltre 6 tonnellate. Le stelle di razze colle corone sono 4, e ognuna pesa circa 4 tonnellate. Gli alberi *più vicini* alle motrici pesano circa il doppio. Va aggiunto poi il peso del legname di quercia pei bracci e di quello di pino per le pale, di cui per ogni ruota occorrono m. c. 8,00 della prima qualità e m. c. 6,3 della seconda. In confronto con tali dimensioni e tal peso, apparisce esiguo lo spostamento d'acqua in m. c. 200 al l' per ruota, benchè la

(1) Diversi autori olandesi, fra i più reputati, concordano nell'opinione dei Libri che i mulini a vento sieno un'invenzione italiana, pure attribuendo al loro paese l'applicazione della forza del vento al prosciugamento dei terreni.

velocità alla periferia sia di m. 94 circa al l', non grande per l'Olanda, ma superiore a quella adottata per molti impianti italiani.

Delle quattro ruote a schiaffo ultimamente erette a *Schouwen* in Zelanda, le due più vicine alle macchine hanno il diametro di m. 7,50, la larghezza di petto di m. 2,15 e l'albero di m. 0,500. La distanza dall'asse della motrice a quello della ruota è m. 5,30.

Potrei moltiplicare gli esempi, ma bastano.

È ben noto che col sistema della trasmissione mediante l'albero e le stelle di razze rigide, il primo è soggetto a flessione e ancora più a torsione, e che è per questo che va calcolato. Nel sistema a *sospensione* invece, come quello di Bresega, questa parte della ruota, che rappresenta sempre un peso così ragguardevole, non è soggetta che a flessione. Albero e razze non servono che a reggere il peso della ruota. Che dire poi del resto della costruzione? Invece di 3 o 4 pesantissime stelle di razze con corone, cui i trafori non valgono a levare gran peso, due rosette, delle esili razze a sezione rettangolare, dei tiranti *diagonali*, da rosetta a corona opposta, e dei tiranti obliqui da corona a corona.

I Veneti, dicesi, non fecero da loro le prime ruote, ma ricorsero a due case di primo ordine estere, *Escher Wyss* di Zurigo, e *Strudthoff* di Trieste. Basti l'accennare che è alla prima che *Redtenbacher* attribuisce il vanto del sistema a *sospensione* veramente razionale. Ora le fanno anche da loro.

Il cav. Zangirolami di Adria ha creato un tipo suo a pale curve, rialzate alla periferia, ed è giunto a innalzare l'acqua agli 8/10 del raggio con ottimo risultato (1). Ha sostituito un ingranaggio nel mezzo ai due laterali o a quello alla periferia interna per evitare i due inconvenienti della difficoltà di costruzione, e del costo, di due ruote dentate perfettamente eguali e dello *sghilembamento* temuto nelle ruote ingranate da una parte sola. Il chiarissimo professore Benetti dà, nella monografia citata, dei ragguagli molto interessanti su questi soggetti.

Nel 1877 il professore olandese *Huët* pubblicò un progetto di ruota a schiaffo perfezionata, traendo profitto dalle osservazioni emesse dall'inglese *Airy* nel periodico *Engineering*, anno 1870. Dalla sua memoria (*Het Stuwrad*, L'Aia, 1877) letta all'*Istituto degli Ingegneri*, apparisce come egli volesse alleggerire la ruota applicando la trasmissione alla periferia interna, curvare in su le pale alla periferia; idea questa, a sua insaputa, già applicata dallo Zangirolami, e mettere dietro la ruota una cateratta regolatrice dell'afflusso, cercando di ottenere una ruota *Poncelet elevatoria*, con tutte le avvertenze che sono una conseguenza della teoria di questa, sulla forma dell'imbocco e dello sbocco formati dai muri laterali. L'idea della cateratta regolatrice era già vecchia in Italia. Vedasi quanto narra il prof. Benetti e consultinsi le scritture pubblicate al tempo delle grandi contese per ruote e per turbini. Ricordo di aver veduto nel 1876 una ruota a schiaffo del Veneto, di cui non ricordo l'ubicazione, certo diversa da quelle accennate dal prof. Benetti, dove si notavano i resti di una cateratta regolatrice dell'afflusso, smessa perchè ritenuta dannosa. — L'idea di questa è però la sola, fra quelle sostenute dal professore *Huët*, che ha avuto applicazione in Olanda. È avvenuto al citato edificio idroforo di *Zeeburg*; ma io non lo vidi che in costruzione e non conosco i risultati precisi di questo impianto, che so avere richiesto dei miglioramenti.

Mi si scusi per questa digressione, cui mi sono lasciato andare, trattandosi di un confronto vantaggioso pel paese nostro. Torno a *Halfweg*.

L'albero di quelle ruote (*wateras*) è di ghisa, pieno, del diametro di m. 0,356 per le ruote più vicine alla motrice, di 0,250 per le più lontane, con ringrossi alle calettature. Ogni ruota ha la sua ossatura formata di 3 stelle di razze (*kokerwielen*) che sono fuse col mozzo (*naaf*) e colla corona (*ring*). Il tutto è in due pezzi legati con chiavarda. Il raggio esterno della corona è metri 1,625; l'interno m. 1,130. Le razze (*spaken*) sono 6. Ogni corona porta 24 cassette (*kokers*) nelle quali sono infilati e fissati altret-

tanti bracci (*spruiten*) destinati a reggere le 24 pale (*schoepen*). Ogni ruota ha quindi 72 bracci. Le tre stelle di razze sono collegate fra loro da tiranti orizzontali. I bracci sono rilegati pure fra di loro alla periferia da cerchi di ferro. Da un disegno che ho, sebbene non completamente quotato, mi pare di poter dedurre con qualche approssimazione che il totale peso di una ruota col suo albero (riferendomi a una di quelle di mezzo) è circa 15 tonnellate.

La corsia (*opleider*) è murata e senza appendice mobile, o *petto mobile*, di sorta. La sua sommità o soglia (che nel Veneto si mette generalmente al *livello* o zero di asciugamento, aggiungendovi sopra una paratia mobile fatta di panconi o di lamiera) è a m. 1,220 — AP, mentre il punto più basso della ruota si trova, per le 5 ruote di m. 6,60, a m. 1,580 — AP. Pochi anni or sono, si volle sbassare dell'altro la sommità della corsia e si fece per la ruota grande. Ma il *ricasco* dell'acqua era così forte, l'urto così potente, che con livelli esterni un po' rilevanti, era impossibile andare. Si rimisero quindi le cose nel primo stato.

Le tabelle (1) e (2) furono compilate dal valentissimo ingegnere del Consorzio, *D' van Dissel*, che cortesemente me le comunicò. La tabella n. 2, che contiene i risultati della prima, ordinati secondo le prevalenze, dimostra come l'effetto utile proporzionale, il coefficiente di rendimento, cresca col crescere della prevalenza. Lo che è ben naturale, pensando al grande lavoro dinamico che occorre spendere solo per mandare le ruote, segnatamente delle ruote così pesanti, e per trasmettere all'acqua la velocità di egresso. Sarebbero interessanti delle sperienze fatte con ruote a schiaffo quando i livelli d'acqua esterno e interno coincidono e quindi l'effetto utile pratico della macchina *elevatoria* è nullo, non essendovi che spostamento d'acqua fra due grandissimi bacini, che a qualche distanza dalla ruota sono al medesimo livello. Non mi fu possibile rintracciare che sperienze simili fossero state fatte, e si capisce che non è facile che le amministrazioni consorziali lascino fare di tali prove, vantaggiose molto per la scienza, ma non poco costose.

Qualche lume si può trarre dai soliti registri. Da quelli dell'anno 1876, di cui ho copia, risulta, per dare un esempio, che il 16 marzo si ebbe una prevalenza di soli 0,136, si lavorò per 495 minuti con tutte e sei le ruote, che fecero 2043 giri, pescando nell'acqua interna per m. 1,142. Si deduce (applicando al volume geometrico il coefficiente di riduzione 0,90 dedotto sperimentalmente e accettato da assai tempo per quelle ruote) che la portata fu di m. c. 832 al l'. Quindi l'effetto utile risultò di c. v. 25. Il consumo di carbon fossile fu in totale di chilogr. 4760, ossia chilogrammi 23 per ora e per cavallo di effetto utile!

Il consumo necessario unicamente per mandare quelle pesantissime ruote vincendo le resistenze svariate, e per dare all'acqua la velocità di uscita, è molto forte. È questa una quantità costante, o almeno pochissimo variabile col variare della prevalenza, e quindi dell'effetto utile; e si capisce di leggieri come nei casi di prevalenze molto variabili e discendenti a piccolissimi valori, il coefficiente di rendimento possa ridursi bassissimo. In caso di ruote a schiaffo aventi dimensioni per prevalenze forti e rare, ma soggette a una variazione tale di livelli da ridurle anche minime, bisogna piuttosto parlare di consumo di carbon fossile *all'ora di lavoro*, o al migliaio di metri cubi *sollevati*. Questo in molti casi varia meno di quello che per ora e. c. v.

Il generale *Delprat*, un uomo illustre rapito nel 1880 alla scienza, studiò questo argomento in modo pratico per un caso che molto si avvicina a quello di *Halfweg*. In una memoria inserita negli atti del citato *Istituto degli Ingegneri* (anno 1867-68) egli prese a considerare l'azione di un edificio idroforo esistente con 6 ruote a schiaffo, per 80 giorni, nei quali la prevalenza variò da 1 centimetro a m. 0,530. Egli mestrò, coi risultati pratici alla mano, come per la prevalenza minima, l'effetto utile fosse di soli c. v. 3,00 e il lavoro corrispondente alla forza viva dell'acqua uscente dalla ruota c. v. 69,24. Per la massima invece era di c. v. 130,05, il secondo invece soli c. v. 19,57. Col livello esterno alto, minori erano la velocità di uscita e la portata. Queste erano ridotte rispettivamente al 63 0/0 e

(1) V. *Relazione dei professori Bucchia e Turazza*. Adria, 1878.

all'81 0/0. La somma dei due lavori, effetto utile e lavoro corrispondente alla velocità, era c. v. 72,24 colla prevalenza di 0,01 e solo c. v. 149,62 colla prevalenza di 0,53. Questa somma diveniva poco più che doppia, mentre la prevalenza cresceva fino a 53 volte la prima e l'effetto utile in acqua innalzata passava appena le 43 volte.

Le ruote a schiaffo hanno poi, insieme ai moltissimi pregi, questo particolare svantaggio, che diminuendo il livello dell'acqua interna, scema la loro portata a numero di giri costante. Se dunque questa variazione in meno per le acque interne viene ad aggiungersi al diminuire della prevalenza, mentre pur si deve lavorare, le condizioni del rendimento sono ancora peggiori.

Le sei ruote di *Halfwoeg*, che con un livello interno di 0,20 — AP (altissimo), danno m. c. 234 al giro, non ne smaltiscono che 156 quando l'acqua sia scesa all'altro estremo di 0,75 — AP.

La molteplicità delle ruote applicate al medesimo albero, costituito però in guisa da poter lavorare con diverso numero, come a *Halfwoeg*, avrebbe lo scopo di mantenere le variazioni dell'effetto utile entro limiti ristretti, disponendo di una forza motrice poco variabile.

Con una sola ruota, per avere effetto utile costante, occorrerebbe che quando la prevalenza si riduce a metà, la portata raddoppiasse, ossia all'incirca raddoppiasse anche la velocità: cosa impossibile sia pel motore, sia per la ruota. Invece di mutare tanto la velocità, con più ruote si regola la portata cambiando la larghezza di petto totale utile. A *Halfwoeg*, per esempio, dove sono 6 ruote, questa può essere m. 3.866; 7.732; 11.600, preferendosi di andare con un numero pari di ruote. Con tal mezzo si regola discretamente la portata, e l'effetto utile in acqua innalzata può variare in modo non molto diverso dalla prevalenza; ma il coefficiente di rendimento è soggetto a fortissime oscillazioni. Quindi, concludeva il generale *Delprat*, la forza del motore va calcolata in base all'effetto utile che si vuole ottenere e al coefficiente di rendimento dell'operatore nelle sue peggiori condizioni, cioè con prevalenze piccole.

Egli partiva dal principio che bisognava un motore di forza costante, o poco variabile: e ciò era evidentemente per le condizioni passate dei motori a vapore.

Per l'interesse di una bonifica importa che si possa espellere un dato massimo di quantità d'acqua a qualunque prevalenza entro i limiti delle sue oscillazioni di qualche durata. Nello stato attuale delle macchine a vapore si può ottenere velocità costante ed effetto molto variabile, grazie ai nuovi congegni per l'espansione che, ancorchè automatici, possono al giorno d'oggi darsi in mano a dei macchinisti di abilità non straordinaria e non sono più esposti a quei guasti, il cui timore distoglieva dalla loro applicazione per gli edifici idrofori.

Le osservazioni del generale *Delprat* hanno però sempre una grande importanza per la questione di assegnare a priori il consumo probabile annuo di ruote a schiaffo che hanno da vincere prevalenze variabili.

I risultati ottenuti a *Halfwoeg* sono un'altra conferma di quelli illustrati dal G. *Delprat*.

Edificio idroforo di Katwijk. — Nell'anno 1880 il consorzio di *Rijnland* impiantò questo nuovo edificio (Vedi le fig. 1, 2 e 3 della tav. XV), già da tempo desiderato per regolare meglio le acque del *Boezem*.

Le condizioni rispetto alle acque esterne sono le seguenti:

Flusso medio	0,89 + AP
Riflusso »	0,83 — AP
Massimo flusso	3,50 + AP
Massimo riflusso	2,00 — AP

Distanza dell'edificio dal mare m. 600.

Era stato proposto di applicarvi le ruote pompe di *Overmars*, ma dopo gli insuccessi di *Gouda*, di cui si dirà tra breve, l'idea fu dismessa.

Le ruote a schiaffo sono tornate in onore in Olanda e i due più grandi edifici idrofori degli ultimi anni, questo di *Katwijk* e l'altro di *Zeeburg* presso *Amsterdam*, destinato a mutar l'acqua dei canali della città, sono con ruote a schiaffo.

A *Katwijk* ve ne sono sei del diametro esterno di m. 9,00 e della larghezza ognuna di m. 2,450.

Il centro è a 2,50 + AP, la sommità della corsia tutta di muratura a 0,50 — AP, ossia a livello del medio pelo delle acque interne.

Gli alberi delle ruote sono di ferro fucinato del diametro, nei cuscinetti, di m. 0,480 per la ruota più vicina da ogni parte e di m. 0,380 per la più lontana. Anche qui, colla manovra degli accoppiatori, si può variare il numero delle ruote in azione.

Da un calcolo sommario mi risulterebbe che il peso di una ruota, precisamente di una di quelle di mezzo per ogni parte, risulta come segue:

3 stelle di razze con mozzo e corona	
— ghisa —	quintali 156
72 bracci, 6 cerchi e traverse —	
ferro —	» 134
Albero — ferro —	» 51
24 pale — legno —	» 52
Aggiunta del 10 0/0 al peso delle parti metalliche (l'albero eccettuato) per tener conto di membrature non considerate, manicotti accoppiatori, chiavarde, ecc.	» 29
Totale	quintali 422

La fig. 1 della tav. XV dà la planimetria generale della costruzione su cui non occorre insistere. Il tipo è sempre lo stesso. Mi permetto piuttosto alcune riflessioni sugli elementi fondamentali di queste ruote, su quelli dai quali principalmente dipende il loro modo di funzionare. Trattandosi dell'ultimo grande impianto di ruote a schiaffo, fatto dal primo consorzio generale del paese, che ha avuto esperienza, più di ogni altro, di quelle macchine, che non ha risparmiato a *Gouda* ogni sorta di tentativi, e che ha alla direzione dell'ufficio tecnico uno dei migliori ingegneri che vanti l'Olanda, parmi non debba tralasciarsi di fermarsi alquanto in questo punto.

La scelta delle ruote a schiaffo prova anzitutto che sono state ritenute le migliori macchine nelle condizioni di *Katwijk*, e che a *Rijnland* è bastata la troppo svariata prova delle ruote-pompe di *Gouda*.

Lo avere adottato le pale piane prova pure che si è veduto come, nonostante i non pochi difetti, l'antico sistema sia in sostanza migliore, sempre nelle condizioni di *Katwijk*, cioè: prevalenza (rispetto al livello del mare) variabile giornalmente in media da 0 a m. 1,39, massimo ordinario m. 2,10, oscillazione del livello interno assai piccola. Nell'anno 1881, per esempio, la massima oscillazione predetta è stata (*) a *Katwijk* m. 0,49, mentre la media delle massime mensili è stata solo m. 0,25. E non vi ha dubbio che coll'azione più regolata del nuovo edificio idroforo, le oscillazioni verranno anche minori.

Non deve sfuggire questa particolarità di condizioni degli impianti olandesi molto importante in fatto di esaurimenti meccanici: la mirabile regolazione delle acque interne, ridotte a non subire che oscillazioni piccolissime.

Le pale delle ruote di *Katwijk* sono tangenti a una circonferenza concentrica alla ruota e avente il raggio di m. 1,60. Donde consegue che, colla posizione che hanno le ruote, considerando le acque interne al loro medio stato di 0,50 — AP e le esterne al livello del flusso medio, 0,89 + AP, l'angolo di ingresso è di circa 20°,30' e quello di egresso 42°. — Quella circonferenza di tangenza delle pale (*afschotcirkel*) ha dato sempre luogo a molte discussioni fra gli ingegneri olandesi. La posizione del centro delle ruote, il raggio di queste e quello di detta circonferenza determinano infatti l'angolo di ingresso e quello di egresso, da cui dipende così strettamente il modo di funzionare della macchina.

L'ispettore *J. A. Beijerinck*, il glorioso prosciugatore dello *Zuidplas*, del lago di *Haarlem* e l'autore del primo progetto veramente pratico per asciugare lo *Zuiderzee*, si occupò assai particolareggiatamente delle ruote a schiaffo e delle coclee in una monografia sullo *Zuidplas*, che sarà

(*) V. il rapporto annuale sulle condizioni idrauliche del consorzio generale di *Rijnland*: *Verlag omtrent den toestand..... van het Hoogheemraadschap Rijnland*, Amsterdam, Bremer.

Edificio idroforo di Gouda. — Le condizioni idrometriche delle acque esterne (*Yssel*) sono:

Flusso medio	1,11	+ AP
Riflusso »	0,17	— AP
Flusso mass.	3,07	+ AP
Riflusso »	1,30	— AP.

Questo edificio è stato sempre per *Rijnland* quello che s'è trovato in peggiori condizioni. Fu l'ultimo costruito (nell'anno 1857) fra i tre destinati a indennizzare *Rijnland* della perdita di oltre 18000 ettari di *boezem* subita col l'asciugamento del lago di *Haarlem*.

Le sei ruote a schiaffo che vi furono impiantate non arrivavano a vincere prevalenze superiori a m. 1,60. Dopo il 1870 si pensò di mutarle in *ruote-pompe*. All'inventore *Overmars* si dette l'incarico della trasformazione. Egli lasciò il centro al medesimo livello che aveva quello delle ruote a schiaffo, 2,20 + AP. L'estremo inferiore del tamburo risultò a m. 0,76 — AP, quello delle pale a 1,74 — AP. La larghezza di petto utile totale rimase di m. 9,50. Dovevano lavorare fino a un livello dell'*Yssel* di 2,20 + AP, ossia fino all'altezza del centro.

Il lavoro avvenne nel 1872, ma nel 1873 si ruppero a quattro ruote le pale che erano, giusta il primo tipo, in numero di 6 soltanto. Sotto la direzione del prof. *Henket* si rifecero le pale, raddoppiando il loro numero, e mutando i tamburi a due. Alle pale in lamiera si dette una forma curvilinea colla concavità volta verso l'acqua interna. Quindi la riparazione fu affidata all'assistente locale sig. *Rijk* che introdusse altri cambiamenti anche in ciò che era stato rifatto. Il sig. *Rijk* adottò delle pale curvilinee ma colla concavità volta verso l'acqua esterna (*) in modo che escono dall'acqua a guisa di cucchie. Partendo dal principio che l'immersione si compiesse con un angolo costante (23°) dette alle pale la forma d'una spirale logaritmica: idea questa già applicata in Italia dall'ing. Rossi di Loreo (**). Inutile dire delle trasformazioni avvenute.

(*) Nella memoria già citata del prof. Huët si parla anche di questa innovazione.

(**) CHIZZOLINI. *Studi sulla ruota-pompa*. Milano, 1871.

Va osservato che nel 1879 quell'edificio sembrava destinato allo studio sperimentale delle varie forme di pale. Tre ruote-pompe avevano le pale giusta il preciso modello *Rijk*, una secondo quello *Henket*, due secondo l'antico, quasi piane. La conseguenza era, agli occhi di tutti, che non bisogna dare tanta importanza a questo soggetto. La differenza non era grande e difficilmente valutabile, poichè a un vantaggio da una parte si trova uno svantaggio dall'altra, ma accennava in favore al modello *Rijk*.

Le pale di questo sono di legno, colla qual cosa si ha il vantaggio di poter smontarle in estate e lasciar entrare l'acqua dell'*Yssel* per rinfrescare il *boezem*.

La macchina a vapore è del genere di quella di *Halfweg*, col cilindro rinnovato pochi anni or sono. Questo è di 1,117 × 2,440. Le caldaie sono tre, *Cornovaglia*, con 82 m. q. di superficie riscaldata ciascuna. La pressione massima è di tre atmosfere.

La tabella n. 3 dà i risultati di questo edificio per lo anno 1877. Con queste prevalenze le ruote a schiaffo di *Halfweg* avrebbero dato molto migliori risultati, tanto più che la portata è verisimilmente esagerata. Non è tanto facile per le ruote a schiaffo determinare la portata in funzione dell'immersione e della velocità, essendovi la detrazione delle perdite, che è variabile e dà luogo a delle incertezze. Per le ruote-pompe havvi questo medesimo motivo di dubbio, e più l'altro sul variabile riempimento dei vani fra le pale.

Esaminando un poco i registri di Gouda, si vede che le portate ivi segnate sono dedotte attribuendo a ogni giro e a ogni metro di larghezza di petto delle ruote la costante portata di m. c. 17 al minuto primo.

Ora il volume geometricamente corrispondente a un giro, sarebbe per una ruota m. c. 33,989, da cui deducendo il volume delle pale, si ha un residuo netto di m. c. 31,941: ossia per metro di larghezza m. c. 20 quasi esattamente. Il coefficiente di riduzione risulta quindi $\frac{17}{20} = 0,85$: ossia la detrazione per le fughe e per l'incompleto riempimento è il 15 0/10. Ora questa è troppo scarsa.

TABELLA N. 3. — Edificio idroforo di Gouda. — Anno 1877.

MESE	Portata media al l'	Prevalenza media	N. medio di giri al l'	Durata del lavoro	Effetto utile	Consumo di carbon fossile		Consumo di	
						totale	all'ora e al c. v.	olio da macchine	grasso
	M. c.	M.	N.	Ore e min.	C. v.	Chilogrammi		Chg.	Chg.
Gennaio . . .	562.0	0.773	3.78	29.50	97	21.600	7.4	20	15
Febbraio . . .	460.0	1.194	3.79	303.47	122	142.800	3.9	85	80
Marzo . . .	361.5	1.631	3.78	361.35	131	172.800	3.6	120	105
Aprile . . .	600.9	0.871	3.76	5.3	116	4.200	6.9	5	5
Maggio . . .	558.7	0.895	3.82	7.30	111	9.600	11.5	5	5
Settembre . . .	505.5	1.010	3.73	455.45	113	177.600	3.4	150	155
Ottobre . . .	534.6	0.908	3.76	204.37	108	90.600	4.1	55	60
Novembre . . .	537.1	0.902	3.79	168.19	108	78.600	4.3	manca l'indicazione	
Dicembre . . .	499.8	0.035	3.73	222.44	115	110.000	4.5	55	50
Totali . . .	.....	.....	.....	1759.10	.....	932.000	5	495	475
Medie . . .	.....	1.024	.....	.....	.....	.....	5.5	.....	.....
Id. togliendo gennaio, aprile e maggio	.....	1.113	.....	.....	.....	.....	3.9	.....	.....

Ai prezzi seguenti, sul luogo:

Carbon fossile, la tonnellata L. 15,50

Olio, il chilogramma » 1,20

Grasso » » 2,10

Si ha:

Costo totale del combustibile L. 14446,00

» » di olio e grasso » 1591,50 ossia l'11 0/10 del primo.

Nell'annata 1874-75 del citato periodico dell'*Istituto degli Ingegneri*, trovasi un articolo del signor *van Roijen*, socio di *Overmars*, che descrive delle sperienze fatte a *Gouda* dalle quali risulta per quei due titoli una media perdita del 22 0/0. Tale detrazione mi sembra al certo un limite minimo.

Diminuisce quindi l'effetto utile e aumenta il consumo per ora e c. v. Quanta sia la correzione non so, e a dir vero ne credo difficilissima la determinazione.

Dall'altro canto bisogna osservare che a *Gouda*, causa il molto variabile stato delle acque del recipiente, sono più frequenti che a *Halbroeg* le interruzioni di lavoro. La correzione che dovrebbe farsi per questo motivo è però con sicurezza inferiore a quella in senso inverso.

(Continua).

FISICA INDUSTRIALE

SULLE APPLICAZIONI INDUSTRIALI DELLA CORRENTE ELETTRICA

alla Mostra internazionale di Elettricità
tenuta in Parigi nel 1881.

RELAZIONE di GALILEO FERRARIS

Professore nel R. Museo Industriale Italiano, e Membro del Giuri internazionale.

APPLICAZIONI DELL'ENERGIA ELETTRICA.

I.

Trasmissione del lavoro meccanico a distanza.

(Continuazione).

5. — A noi invece si presenta la quistione generale: indipendentemente dalle considerazioni generiche che abbiamo fatto sull'impiego industriale della elettricità come mezzo telodinamico, quali vantaggi speciali può quest'impiego presentare nel caso delle ferrovie?

Un primo vantaggio si presenta da sé e sta nella piccolezza del peso della macchina che tiene le veci della locomotiva. Questo vantaggio ha una grande importanza nei casi di ferrovie aeree, per le quali la leggerezza del treno può permettere una grandissima economia nella costruzione della strada.

Sulle linee di forti pendenze si è, colla trazione a vapore, costretti a ricorrere all'impiego di locomotive molto pesanti, ed a quello di più locomotive attaccate al medesimo treno; cosa sempre costosa pel peso inutile che bisogna elevare, e non sempre sufficiente perchè, aumentando la pendenza, si raggiunge presto un punto in cui le locomotive sono incapaci di sollevare se stesse. Colla trazione elettrica l'inconveniente è molto diminuito: non solo si hanno in questo caso macchine leggere, ma si possono adoperare, come ha fatto *Siemens*, tante macchine quante sono le carrozze del treno, e per tal modo utilizzare per l'aderenza il peso intiero di tutto il convoglio.

L'incamminamento del convoglio (*démarrage*) presenta frequentemente gravi difficoltà sulle ferrovie ordinarie; su di una ferrovia elettrica, invece, esso deve riuscire sempre più facile. Ciò in grazia delle stesse proprietà fondamentali della corrente elettrica che somministra il lavoro. Infatti quando il treno è fermo e si chiude il circuito per incominciare la marcia, la corrente elettrica che si produce ha nei primi momenti una intensità massima, notevolmente maggiore di quella che essa ha, in media, durante la marcia: durante la marcia essa è dovuta alla sola differenza tra la forza elettro-motrice della macchina dinamo-elettrica generatrice e quella inversa della ricettrice; in principio, invece, finchè la ricettrice non ha cominciato a lavorare, essa è dovuta alla forza elettro-motrice tutta intiera della generatrice. Dal valore massimo che ha in principio, l'intensità della corrente diminuisce per gradi di mano in mano che, accelerandosi la macchina ricettrice, va crescendo la forza elettro-motrice inversa che essa produce; l'intensità diventa costante

ed ha un valore minimo, quando il treno ha acquistato tutta la velocità. Ora le forze che mettono in moto la spirale rotante della ricettrice crescono col crescere della intensità della corrente; esse hanno adunque una intensità massima nell'atto dell'incamminamento, quando se ne ha il massimo bisogno.

Il fatto, di cui ho parlato, ossia la dipendenza che esiste tra la velocità della ricettrice e l'intensità della corrente è causa di un'altra utile proprietà della trazione elettrica: la marcia degli apparecchi si modifica da sé, senza bisogno di essere governata dal meccanico, a seconda del variare delle pendenze, e si modifica in modo che le forze che agiscono sulle ruote per tenerle in moto crescono o diminuiscono, secondo il bisogno, quando cresce oppure diminuisce la pendenza della strada.

Per vedere come ciò avvenga basta ricordare che le forze che sollecitano l'armatura mobile della macchina dinamo-elettrica ricettrice crescono col crescere della intensità della corrente elettrica, che l'intensità di questa corrente è proporzionale alla differenza tra la forza elettro-motrice della macchina generatrice e quella inversa della ricettrice, e che finalmente la forza elettro-motrice di una macchina è a parità di altre circostanze proporzionale alla velocità. Ciò posto si supponga che in un determinato punto la strada prenda a salire più rapidamente di quello che faceva prima; a partire da quel punto la carrozza elettrica incomincia a rallentarsi. Ma col diminuire della velocità diminuisce pure la forza elettro-motrice inversa prodotta dalla ricettrice, e col diminuire di questa cresce l'intensità della corrente. Colla intensità della corrente aumenta nella macchina ricettrice anche lo sforzo motore; e questo non diventa costante finchè non ha cessato di diminuire la velocità. Così lo sforzo motore, senza bisogno di alcun apparecchio regolatore e senza richiedere l'opera di un sorvegliante, assume da sé l'aumento imposto dall'accresciuta pendenza. Si supponga, invece, che in un dato punto la salita si faccia meno ripida, oppure si cambi in una discesa; in quel punto la carrozza comincia ad accelerarsi; colla velocità comincia ad aumentare la forza elettro-motrice inversa prodotta dalla macchina ricettrice, e coll'aumentare di questa forza elettro-motrice inversa diminuisce l'intensità della corrente; coll'intensità della corrente diminuisce lo sforzo motore, e così lo sforzo motore, da sé, senza bisogno dell'intervento di un sorvegliante, si riduce in proporzione del diminuito bisogno.

Come lo sforzo motore sulle ruote delle carrozze, così la somministrazione dell'energia data dalla generatrice cresce o diminuisce, secondo il bisogno, col variare delle pendenze. Quando infatti la salita aumenta, e diminuisce in conseguenza la velocità, aumenta l'intensità della corrente, e se la macchina generatrice, in grazia del moderatore annesso alla motrice, conserva una velocità costante, aumenta il lavoro che essa consuma. Succede l'opposto quando, diminuendo la salita, la velocità della carrozza prende ad aumentare.

Le variazioni di peso del treno producono gli stessi effetti che le variazioni di pendenza; in ogni caso lo sforzo motore e la somministrazione di energia variano nel senso stesso in cui varia il lavoro che la locomotiva elettrica deve fare per camminare.

Nelle gallerie e nell'interno delle città è un vantaggio notevole, che talvolta potrebbe bastare a decidere nella scelta del sistema, la mancanza del fumo.

Nei centri popolosi costituisce, finalmente, un merito pel sistema, la semplicità del servizio, che trae seco una maggiore sicurezza per passeggeri. Un solo uomo può bastare a tutto governare la condotta del treno in modo da evitare i pericoli pel materiale e per le persone più facilmente che colla trazione a vapore; egli non ha da fare altro che guardare innanzi a sé e tenersi preparato a maneggiare il commutatore ed il freno. Il treno, essendo leggerissimo, si arresta prontissimamente.

Le difficoltà che si presentano nell'attuazione del sistema sono essenzialmente queste: la resistenza del circuito aumenta di mano in mano che la carrozza si va allontanando dalla generatrice, e coll'aumentare della resistenza diminuisce la velocità e scema il coefficiente di rendimento; è difficile specialmente in tempo piovoso, ot-

tenere un perfetto isolamento; i contatti tra gli sfregatoi della ricettrice ed i conduttori di linea possono in alcuni istanti mancare. Ma la prima di queste difficoltà si evita nelle ferrovie aeree adoperando come conduttori le rotaie e collegando con queste una parte della struttura metallica della strada, in modo da offrire alla corrente una grandissima sezione; e per le strade a livello del suolo si diminuirà coll'avvenire l'importanza della resistenza variabile adoperando macchine dinamo-elettriche di alta forza elettro-motrice.

L'imperfetto isolamento delle linee è un inconveniente che può diventare grave per le linee lunghe, ma il toglierlo non dipende che da miglioramenti nei particolari dell'armamento, miglioramenti che probabilmente il tempo ci apporterà. Finalmente la mancanza accidentale dei contatti non solo si potrà evitare in gran parte con uno studio accurato dei particolari, ma non ha nemmeno nello stato attuale una importanza grave. Bisogna infatti osservare che colla disposizione del *Siemens* la corrente eccitatrice della macchina generatrice è la stessa corrente principale; se, mancando il contatto, il circuito si rompe, cessa la corrente eccitatrice, e la macchina generatrice cessa di produrre corrente e di consumare lavoro. La generatrice non riprende la sua forza elettro-motrice e non ricomincia a consumare lavoro se non quando i contatti sono ristabiliti.

Tutte queste considerazioni inducono a credere che alle ferrovie elettriche sia riservato un avvenire fecondo di applicazioni. Bisogna notare però, che gli ultimi vantaggi che abbiamo enumerato si riferiscono specialmente al caso delle tranvie nell'interno delle città, e che gli altri vantaggi hanno un'importanza tanto minore quanto più sono grandi i treni che debbono percorrere le ferrovie. E siccome nello stato attuale dell'industria della costruzione degli apparecchi elettrici, l'applicazione della trazione elettrica sulle lunghe linee con grande traffico sarebbe complicata, od impossibile, così per ora non pare che alla trazione per mezzo della elettricità si debba pensare se non per alcune tranvie e per qualche breve tratto di ferrovia in circostanze affatto speciali.

La trazione elettrica, come in generale la trasmissione dell'energia per mezzo dell'elettricità, non è destinata a soppiantare i sistemi già in uso; è destinata invece a dare la soluzione di problemi che coi sistemi in uso non si possono risolvere; è destinata ad essere adoperata in alcuni casi per cui gli altri sistemi presentano maggiori inconvenienti. Qui, come in tutte le altre applicazioni, ogni sistema ha il suo campo d'azione distinto da quello di tutti gli altri; la scoperta di un sistema nuovo non nuoce alla importanza degli altri, all'opposto li completa, allargando, combinato con essi, la cerchia delle applicazioni possibili.

Stando alle cose che abbiamo detto, noi possiamo prevedere fin d'ora, per le ferrovie elettriche, applicazioni nei casi seguenti:

1° Nelle grandi città quando si vogliono costruire linee aeree;

2° Nelle gallerie delle miniere, e forse anche nelle grandi gallerie per strade ferrate, ove per la difficoltà della ventilazione importa di escludere il fumo;

3° In brevi tratti di ferrovie con grandi pendenze;

4° In un caso che nel nostro paese si può presentare sovente, e sul quale io credo di dovere chiamare in modo speciale l'attenzione dei nostri ingegneri e delle nostre amministrazioni. Parecchie vallate alpine, ricche d'industrie e di commercio, sono destinate ad essere nell'avvenire avviate da linee di tranvie. Ebbene: in più di una di queste vallate si presentano riunite molte circostanze che possono consigliare l'adozione della trazione per mezzo della elettricità. Noi troviamo sovente la necessità di pendenze considerevoli e variabili e di curve di corto raggio; noi troviamo poi, ciò che più monta, lungo il *thalweg* della valle, un fiume con acque copiose e perenni, lungo il quale, in molti punti, a giuste distanze, sarebbe possibile installare una serie di motori idraulici di considerevole potenza. Ciascuno di questi motori potrebbe somministrare la corrente elettrica ad un tronco della tranvia che corre parallela al fiume; e questo tronco si troverebbe, per la sua lunghezza, nelle condizioni delle ferrovie elettriche oggidì

già in esercizio. L'applicazione del sistema sarebbe adunque possibile fin d'ora; ed io credo che forse fin d'ora, certo fra non molto, essa sarebbe anche economica.

6. — Una applicazione della trasmissione elettrica del lavoro, la quale si collega con quella delle ferrovie elettriche, è quella che si potrebbe fare pel trasporto rapido delle corrispondenze. Il dottor *Werner Siemens* presentò nel 1880 alla Società elettrotecnica di Berlino, insieme al suo progetto di ferrovia aerea, un progetto, completamente studiato, per una *posta* elettrica, la quale avrebbe dovuto fare sulle lunghe linee in una cerchia estesa, il servizio che fanno attualmente nell'interno delle grandi città le poste pneumatiche. La *posta* elettrica ideata dal *Siemens* consisteva in una piccola ferrovia elettrica, possibilmente aerea, chiusa con pareti e copertura di lastre di ferro, sulla quale si dovevano far correre coll'elettricità piccoli vagoncini portanti i dispacci. Ciascun vagoncino portava una piccola macchina dinamo-elettrica destinata a funzionare come ricettrice; l'albero di questa piccola macchina portava direttamente due delle ruote del vagoncino, era cioè uno dei due assi del vagoncino. In questo modo le ruote del vagoncino avrebbero fatto tanti giri quanti ne faceva la spirale rotante della macchina dinamo-elettrica, e benchè esse non avessero che un diametro di 30 centimetri, avrebbero camminato colla velocità dei treni ferroviari. Adoperando macchine generatrici molto più potenti che le piccole ricettrici, si sarebbe potuto mettere in movimento simultaneamente, sulla medesima linea, parecchi vagoncini spediti a brevi intervalli di tempo, ottenendo così una rapidissima trasmissione delle corrispondenze. Anche con parecchi vagoncini correnti sul medesimo binario si sarebbe facilmente potuto ottenere in ciascuno da 800 a 1000 giri di ruote in ogni minuto.

Per trasmettere la corrente ai vagoncini dovevano servire, secondo il progetto, le due rotaie collegate opportunamente a tutte le parti metalliche della piccola strada ferrata. Le due rotaie dovevano essere isolate l'una dall'altra e comunicare l'una con uno, l'altra coll'altro polo della macchina generatrice; ma per diminuire la resistenza del circuito una delle due rotaie doveva essere collegata metallicamente, in molti punti, colle pareti laterali e colla copertura della piccola strada, pareti e copertura che, come dissi, erano di lastra di ferro; l'altra rotaia invece doveva collegarsi metallicamente a tutte le colonne di ferro sostenenti la ferrovia, e così fornire una larga comunicazione col suolo. Siccome in questo modo la resistenza della linea non avrebbe superato il valore di 0,02 *ohm* per ogni chilometro, così sarebbe stato sufficiente installare, pel servizio della *posta* elettrica, una macchina generatrice ad ogni 20 chilometri. Dalle rotaie serventi come conduttori di linea alle piccole macchine dinamo-elettriche ricettrici portate dai vagoncini la corrente sarebbe passata direttamente per contatto colle ruote.

Alcuni modelli della *posta* elettrica si vedevano esposti nella sezione francese dalla casa *Siemens frères* di Parigi ed erano notevoli per la perfezione dell'esecuzione.

7. — Come si è pensato a far servire la corrente elettrica alla trazione dei vagoncini nelle miniere, così era naturale che si pensasse a servirsene per far lavorare le macchine perforatrici nei fori di mina nella costruzione delle gallerie. L'esposizione ci ha mostrato alcuni apparecchi destinati a queste applicazioni. Uno di questi, notevole per la costruzione della macchina dinamo-elettrica, figurava nella mostra di *Siemens ed Halske* nella sezione tedesca. Un altro era in azione nella mostra del signor *A. L. Taverdon* nella sezione francese; quest'ultimo però non era che una perforatrice rotativa a diamanti, messa in moto da una macchina di *Gramme*, sull'asse della quale essa era direttamente innestata: l'esposizione del *Taverdon*, interessantissima negli utensili a diamante nero, non presentava nulla né di notevole, né di nuovo dal punto di vista elettrico.

A questa applicazione della trasmissione elettrica della forza motrice io non faccio che accennare. Senza escludere la possibilità che in casi speciali essa possa tornare vantaggiosa, io credo di dover osservare che nella perforazione delle gallerie la trasmissione dell'energia per mezzo

dell'aria compressa sarà sempre, a meno di una impossibilità assoluta, preferibile a qualunque altra. L'aria compressa non serve soltanto a mettere in movimento la perforatrice, ma serve ancora alla ventilazione; e siccome dopo di essersi espansa nel cilindro della perforatrice, l'aria esce dalla macchina notevolmente raffreddata, essa giova, in molti casi, a moderare la temperatura eccessiva del sotterraneo. Quand'anche accadesse che la trasmissione per mezzo della elettricità riuscisse molto più economica di quella ad aria compressa, bisognerebbe prima di darle la preferenza, vedere se la maggiore spesa, ed il maggiore ingombro, a cui si andrebbe incontro per provvedere alla indispensabile ventilazione, non compensino il risparmio.

8. — Assai più razionale e feconda di utili applicazioni è l'idea di far servire la corrente elettrica a mettere in moto ventilatori meccanici per la rinnovazione dell'aria nei locali abitati. L'idea fu messa innanzi dai signori *Geneste, Herscher et Comp.* di Parigi, l'esposizione dei quali, benché non presenti nulla di perfetto e di nuovo dal punto di vista dell'elettricità, è tuttavia degna d'essere notata per l'utilità pratica delle applicazioni che ne formano l'oggetto.

La ventilazione di grandi edifici non si può sempre ottenere nelle migliori condizioni per mezzo della sola aspirazione prodotta da camini di richiamo. Soprattutto si incontrano difficoltà gravi nei grandi ambienti, come nelle sale d'assemblea, negli anfiteatri, nei teatri e negli opifici ove l'aria è inquinata da esalazioni dovute alle operazioni industriali che in essi si eseguono. In molti di questi casi la ventilazione riuscirebbe non solo più sicura, ma anche più economica, se si potessero aiutare i camini di richiamo con ventilatori meccanici.

V'ha poi una circostanza, alla quale io non so se gli espositori, che ho nominato, abbiano pensato, ma che a me, ed a quanti hanno avuto occasione di occuparsi della ventilazione di grandi ambienti, apparirà importantissima. Acciocché la ventilazione di un locale possa dirsi perfetta, non basta che in ogni ora si estragga dal locale un numero conveniente di metri cubi d'aria, e che nel tempo stesso si introducano nel locale altrettanti metri cubi d'aria pura presa in sito conveniente, e convenientemente riscaldata o rinfrescata; non basta nemmeno che le bocche d'estrazione dell'aria viziata e quelle d'ingresso per l'aria nuova sieno convenientemente calcolate e collocate; ma bisogna ancora che il movimento dell'aria si faccia sempre nel modo voluto, attraverso alle bocche ed ai canali a ciò predisposti. Perché questo succeda è necessario evitare che aprendosi accidentalmente porte o finestre, si producano correnti d'aria, le quali, oltre al molestare o danneggiare le persone che colpiscono, possono alterare completamente il regime della ventilazione. Ora per evitare le correnti d'aria attraverso alle porte od alle finestre accidentalmente aperte è necessario che la pressione nell'interno del locale ventilato sia uguale alla pressione esterna. Per soddisfare a questa condizione bisogna produrre il movimento dell'aria non solamente per mezzo di una aspirazione, come si fa quando si ricorre ai camini di ventilazione, nè solamente con una ispirazione, ma coi due sistemi combinati: bisogna che l'aria nuova sia ispirata e l'aria viziata sia aspirata. Bisogna adunque combinare ventilatori ispiranti con camini di richiamo, oppure ventilatori ispiranti con ventilatori aspiranti: in ogni caso bisogna, per raggiungere lo scopo, ricorrere a ventilatori meccanici.

Dimostrata l'importanza dell'uso dei ventilatori meccanici, riesce dimostrata l'utilità della trasmissione del movimento per mezzo dell'elettricità. Egli è infatti evidente che raramente nelle case di abitazione e negli ospedali, o nei pubblici edifici destinati a riunioni si potranno collocare macchine motrici dovunque si abbia bisogno di collocare un ventilatore, nè si potranno installare trasmissioni di movimenti con ingranaggi, alberi e correggie tra una motrice collocata al pianterreno ed un sistema di ventilatori collocati altri nei sotterranei, altri sotto i tetti in siti lontani, nelle varie parti dell'edificio. Ogni difficoltà scompare se si ricorre alla trasmissione elettrica.

I signori *Geneste, Herscher et Comp.* espongono oltre ad alcuni ventilatori mossi da macchine di *Gramme*, i disegni dei due progetti per la ventilazione dell'*Hôtel de Ville* di Parigi e della casa di pena di Nanterre, il primo già approvato, l'altro in corso di esecuzione. In entrambi i progetti dalle macchine motrici il moto si trasmetteva ai ventilatori ispiranti del sotterraneo direttamente con alberi di trasmissione, ingranaggi o cinghie, si trasmetteva invece ai ventilatori aspiranti collocati al piano superiore per mezzo della elettricità.

Un particolare degli apparecchi di *Geneste, Herscher et Comp.*, il quale merita menzione, è un congegno automatico, il quale, nel caso di arresto o di anormale rallentamento di un ventilatore aspirante, accende immediatamente nel camino di ventilazione un conveniente numero di becchi di gas, e così sostituisce una aspirazione fisica fatta per mezzo del calore alla aspirazione meccanica divenuta insufficiente. L'apparecchio consiste in un regolatore a forza centrifuga, il quale, quando il ventilatore ha la velocità minima al disotto di cui non si deve discendere, chiude un circuito elettrico; una elettrocalamita inserita in questo circuito attira allora la propria armatura, e questa, muovendosi, toglie un arresto che teneva chiuso il rubinetto del gas, che sollecitato da una molla, si apre. Il gas poi è acceso da spirali di platino rese incandescenti dalla corrente elettrica.

9. — Un'ultima applicazione che forse l'avvenire riserva alla trasmissione elettrica del lavoro, è quella che si potrà fare alla distribuzione della forza motrice alle piccole industrie per macchine da cucire, per telai, per macchine litografiche, ecc. Ma bastano le cose che abbiamo detto trattando in modo speciale della distribuzione dell'energia, per dimostrare che di questa applicazione non si potrà parlare sul serio se non il giorno, di cui non vogliamo per ora prevedere la lontananza, nel quale si abbiano nei centri abitati canalizzazioni grandiose ed estese di correnti elettriche destinate ad altro uso, all'uso cui esse sono più direttamente chiamate, a quello che se ne farà nella illuminazione. L'avvenire della trasmissione e della distribuzione elettrica dell'energia meccanica dipende da quello della illuminazione elettrica, e questo dipende dal primo; le due applicazioni, se pure sono destinate ad un avvenire grandioso, lo sono alla condizione di essere fatte insieme, in modo che un medesimo motore, un medesimo impianto si utilizzi durante tutta la giornata, di notte per la illuminazione, di giorno per la distribuzione della forza motrice.

(Continua)

MATERIALE DELLE STRADE FERRATE

INCROCIAMENTI E DEVIATOI.

STUDIO dell'Ing. GAETANO CRUGNOLA.

III.

Incrociamento.

Abbiamo visto che dove ha luogo la separazione dei binari, le due guide più prossime s'intersecano; esse devono quindi disporsi in modo che gli orli delle ruote dei veicoli possano passare liberamente nelle due direzioni e tanto sull'uno quanto sull'altro binario, e senza subire delle scosse disagiataevoli. A questo scopo è necessario d'interromperle su una certa lunghezza; questa disposizione chiamasi *incrocciamento*.

L'incrocciamento si compone di tre parti principali (fig. 92):

1° Il cuore A o punta, la quale comincia dopo le ruote interrotte;

2° Le guancie BB dove ha luogo l'interruzione; — questa ruotaia a gomito dicesi anche *zampa di lepre*;

3° Le controruote CC prospicienti al cuore in corrispondenza delle ruote interrotte.

La disposizione e le dimensioni dei diversi pezzi dipendono innanzi tutto dall'angolo d'incrocciamento dei due

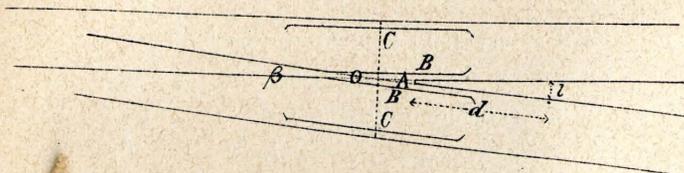


Fig. 92.

binari. Il punto O d'incontro dei prolungamenti delle facce interne delle due guide interrotte chiamasi la *punta matematica del cuore*, e l'angolo β , *angolo d'incrociamiento*.

Dovendo già il cuore avere, un certo spessore alla sua punta, affine di poter sopportare il peso dei veicoli, non potrà terminarsi nell'interruzione O delle due guide prolungate, per la qual cosa lo si tronca ad una certa distanza dalla sua punta matematica. Lo spessore minimo in questo punto è di 0^m,007 per cuori d'acciaio e di 0^m,013 per cuori formati di ruotaie in ferro. Esso deve naturalmente presentare la distanza normale di 1^m,436 per rispetto alle ruotaie esterne dei binari.

Per larghezza del cuore s'intende l'intervallo l delle facce esterne del medesimo, misurato ad una certa distanza dalla punta reale. La lunghezza delle ruotaie componenti il cuore, non è in generale fissata e varia colle diverse costruzioni; solo nel caso di uno scambio per tre vie, è determinata dalle distanze delle punte matematiche dei cuori. In generale devesi fare in modo che la loro unione colle ruotaie che seguono sia tale da impedire ogni contatto di quest'ultime fra loro.

Lo spazio fra le guancie e i fianchi del cuore e fra le guancie stesse dove hanno origine, deve permettere il passaggio degli orli delle ruote, deve quindi essere di 0^m,40 almeno, infatti

$$1^m,436 - (1^m,363 + 0^m,033) = 0^m,040;$$

ordinariamente si prende da 0^m,045 a 0^m,050 onde evitare le scosse che potrebbero avere luogo.

Le guancie vengono alquanto incurvate alle estremità (per circa 0^m,10 di lunghezza) onde facilitare l'ingresso degli orli delle ruote; la loro lunghezza dipende dal cuore, se sono costruite d'un sol pezzo col medesimo; se invece sono costituite da ruotaie si fanno d'ordinario di metri 2.

La distanza della punta matematica del cuore dal punto d'origine delle guancie misurata sul prolungamento del fianco interno della ruotaia, dipende dalla larghezza delle guancie in questo punto e dall'angolo β dell'incrociamiento.

Ogni ruota che passa l'incrociamiento non sarà sostenuta su tutta la lunghezza compresa fra l'origine delle guancie e il principio del cuore; questa lacuna è tanto più grande, quanto più piccolo è l'angolo d'intersezione. Durante questo passaggio la ruota si allontana sempre più dalla guancia, e in causa della conicità del suo cerchione le circonferenze che descrive hanno un diametro che va sempre più diminuendo, ciò che dà origine ad un abbassamento della ruota di circa metri 0,004 a 0^m,006. Ora onde evitare l'urto che avrebbe luogo al passaggio della ruota sul cuore, il quale è allo stesso livello della guancia, bisogna nel frattempo elevare la ruota della quantità che si è abbassata. A questo scopo si proposero diversi procedimenti; essi consistono:

1° nell'inclinare la punta del cuore di circa metri 0,013 su una lunghezza che varia tra metri 0,158 e metri 0,237; la ruota viene a contatto con una superficie inclinata e si eleva poco a poco al livello voluto;

2° nell'introdurre nella lacuna fra le guancie e la punta del cuore una piastrina di acciaio, in modo da sostituire alla rotazione del cerchione quella dell'orlo, elevando quindi la piastrina man mano che la ruota tende ad abbassarsi, fino al punto in cui il cerchione della ruota viene sopportato dal cuore. — Tale disposizione non è però da consigliarsi (in questo modo) poichè le due ruote gemelle si muovono con velocità diverse in causa delle diverse circonferenze ch'esse descrivono, ciò che dà luogo a

degli sforzi obliqui, i quali tendono a spostare gli assi e ingenerano una rapida usura della piastrina, la quale in breve non corrisponde più allo scopo cui era destinata;

3° Il mezzo più comunemente usato consiste nell'elevare la superficie delle guancie a partire dall'origine verso il cuore, d'una quantità uguale alla conicità delle ruote (di circa 0^m,004 a 0^m,006) fino a che la ruota viene ad essere sopportata dal cuore. Tale elevazione viene però presto usata dal cerchione, per cui anche questo mezzo non corrisponde interamente allo scopo.

La sopra elevazione nelle curve degli scambi non si eseguisce, mentre l'allargamento del binario può aver luogo fino a 30 millimetri.

Le controruotaie CC (fig. 92) sono destinate ad impedire che le ruote circolanti verso la punta vengano ad urtarla, ed a guidarle nella loro direzione; esse sono situate in modo che il loro punto di mezzo corrisponde alla punta matematica del cuore, e la lacuna compresa fra il loro fianco e quello della ruotaia corrispondente deve essere di metri 0,0527, onde permettere il passaggio degli orli delle ruote. Le loro estremità vengono incurvate (di circa 0^m,10) onde facilitarne l'ingresso; la loro lunghezza è di ordinario quella di una mezza ruotaia. — La lacuna viene mantenuta mediante cunei speciali in numero di 4 che si introducono fra le due ruotaie, cogli spessori voluti.

Nella costruzione degli incrociamenti devesi avere cura d'impiegare un materiale più resistente di quello usato per le ruotaie ordinarie in causa dell'usura considerevole a cui sono esposti. Oltre a ciò la punta o cuore dev'essere collegata colle guancie in modo invariabile, onde evitare che i diversi pezzi siano esposti a diverse usure nel caso di un abbassamento diverso, perciò si usa di costruirli d'un sol pezzo d'acciaio fuso od anche Bessemer. Essi riescono però troppo costosi, e benchè si cerchi di aumentarne la durata facendoli in modo che si possono capovolgere, pure riescono più economici quelli costruiti in ghisa fusa entro forme metalliche (Hart's ss. — fonte en coquille), la quale viene oggi fabbricata di una durezza poco diversa da quella dell'acciaio.

Molte Compagnie costruiscono gl'incrociamenti servendosi di ruotaie, in allora il cuore si fa d'un sol pezzo ed in acciaio; questa disposizione permette di cambiare separatamente i pezzi deformati o guasti, senza dover cambiare il tutto. Le esperienze che si hanno non sono ancora sufficienti per decidere quale disposizione sia più conveniente.

Gli incrociamenti devono portare il valore del loro angolo e la data della loro fabbricazione. Nella posa si possono tralasciare le piastre inferiori poichè l'incrociamiento in un sol pezzo presenta per sè stesso una base sufficientemente grande per resistere agli spostamenti che potrebbero avere luogo.

Le dimensioni principali di un incrociamiento si calcolano colle formole seguenti, per ogni valore dell'angolo β del medesimo. La figura 93 mostra chiaramente il significato delle lettere.

La larghezza del cuore è data da

$$l = 2d \operatorname{sen} \frac{\beta}{2}.$$

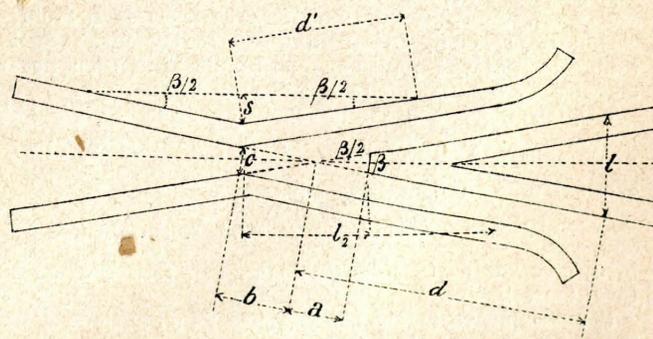


Fig. 93

La distanza a della punta matematica del cuore dalla reale si ottiene dalla formola

$$a = \frac{\delta}{2 \operatorname{sen} \frac{\beta}{2}}$$

e quella del gomito, pure dalla punta matematica del cuore

$$b = \frac{c}{2 \operatorname{sen} \frac{\beta}{2}}$$

La freccia d'incurvamento della zampa di lepre è data dalla formola

$$s = d' \operatorname{sen} \frac{\beta}{2}$$

e l'intervallo fra il gomito e la punta del cuore

$$l_2 = \frac{\delta + c}{2} \frac{1}{\operatorname{sen} \frac{\beta}{2}}$$

L'angolo β d'incrociamiento varia col variare della curva secondo la quale sono disposte le ruotaie intermedie tra lo scambio e il cuore, e si può determinare colla formola

$$\operatorname{tang} \frac{1}{2} \beta = \sqrt{\frac{L}{R - L}}$$

nella quale $2L$ rappresenta la larghezza normale della via, e R il raggio della ruotaia esterna vale a dire di quello che passa per la punta del cuore (Vedi fig. 94).

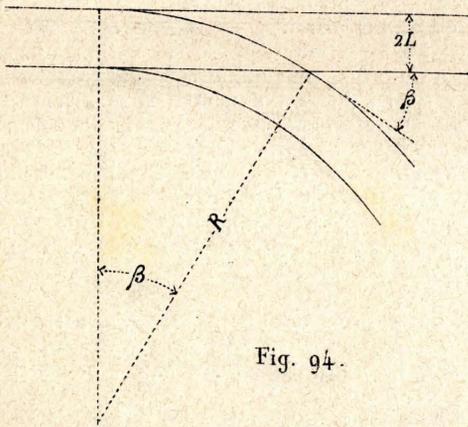


Fig. 94.

Epperò se si volessero eseguire gli incrociamenti corrispondenti ad ogni angolo, rispettivamente ad ogni raggio della curva intermedia, si avrebbe una serie d'incrociamenti diversi gli uni dagli altri, che necessiterebbe una scorta considerevole, ed aumenterebbe le spese di fabbricazione; perciò onde evitare questo inconveniente si adottano alcuni tipi, i quali vengono applicati in tutti i casi modificando relativamente il tracciato geometrico.

I tipi ordinariamente in uso sono quelli aventi gli angoli

7° 24' 25'' 6° 20' 39'' 5° 8' 34'' 4° 45' 51''

e le cui tangenti sono rispettivamente

0,13 0,1111 0,09 0,0833.

La maggior parte delle Compagnie preferisce di adottare due soli tipi.

Il modo più razionale per indicare l'inclinazione d'un incrociamiento consiste nel designare la sua tangente con una frazione decimale; presso talune Compagnie usasi indicarle con una frazione avente l'unità per numeratore, così per esempio gli incrociamenti precedenti possono indicarsi nelle tre maniere seguenti:

mediante l'angolo

7° 24' 25'' 6° 20' 39'' 5° 8' 34'' 4° 45' 51''

mediante il valore della tangente in decimali

0,13 0,111 0,09 0,083

mediante una frazione ordinaria

$\frac{1}{7,69}$ $\frac{1}{9}$ $\frac{1}{11}$ $\frac{1}{12}$

La curva delle ruotaie intermedie non viene prolungata fino alla punta matematica del cuore, poichè per facilitare la costruzione e per opporsi alle tendenze dei veicoli ad una deviazione laterale, si dispone una parte del medesimo in un allineamento retto di circa 3 metri almeno e non maggiore di 7 ad 8 metri dalla punta matematica del cuore. Naturalmente non si può fissare una cifra per questo rettifilo, e la sua lunghezza dipende da diverse circostanze, ma principalmente dalla lunghezza delle ruotaie, poichè in generale, per un fine economico, si preferisce di impiegare per la parte intermedia di una deviazione, ruotaie di lunghezza normale.

Se l'incrociamiento è fatto di un sol pezzo ha una lunghezza variabile da 2 a 3 metri a norma dell'angolo adottato. Se invece è costituito da ruotaie, la sua lunghezza varia da 3 a 4 metri, onde potere facilmente applicare le stecche ai giunti.

La lunghezza delle contro-ruotaie è presso a poco uguale a quella del cuore intero.

L'incrociamiento è sostenuto da un telaio analogo a quello dello scambio; le traverse sono più lunghe dovendo sostenere il cuore e le ruotaie esteriori, e le loro dimensioni variano fra metri 4,50 e metri 3,50, diminuendo regolarmente man mano che le ruotaie si avvicinano; le altre dimensioni sono $\frac{1}{9}, \frac{1}{11}, \frac{1}{12}$. Sotto al cuore si mette una sola traversa di dimensioni maggiori, e perpendicolare alla direzione delle altre in modo da collegarle, in generale si fa di 2_m,25 a 2_m,65 a seconda dell'angolo, la larghezza varia tra metri 0,50 e metri 0,55. Anche sotto le contro-ruotaie, si dispongono delle lungherine della stessa lunghezza e larghe abbastanza per sopportare anche la parte di ruotaia corrente corrispondente.

IV.

Le vie intermedie.

Le *vie intermedie* (B, fig. 88) tra lo scambio e l'incrociamiento, consistono in semplici ruotaie di sezione ordinaria, curvate secondo il raggio della curva d'accordo. — Il raggio per quelle deviazioni destinate a convogli interi non dovrebbe essere minore di 180 metri, e quando sono poste all'entrata ed all'uscita di una stazione si dovrebbe aumentarlo possibilmente fino a 300 metri; — per deviazioni secondarie si discende anche fino a metri 150; — quando poi non sono percorse che da vagoni si può ammettere anche un raggio di 100 metri. Quest'ultima disposizione non è però da consigliarsi.

Le ruotaie sono fissate come quelle della via corrente e riposano su un telaio, il quale più sovente si compone di traverse speciali che sopportano le quattro guide, aventi quindi lunghezze che da metri 2,70 aumentano gradatamente fino a raggiungere la stessa lunghezza di quelle dell'incrociamiento. Talvolta invece si dispongono delle traverse ordinarie in corrispondenza a ciascun binario; questo incrocicchiarsi di traverse rende però difficile la manutenzione della deviazione. (Continua).

BIBLIOGRAFIA

I.

Studi e norme principali sul mantenimento delle strade ordinarie, provinciali e comunali, di BALDASSARRE CASARI, ingegnere di sezione dell'ufficio tecnico provinciale di Novara. — Novara, 1882.

È un utile libro, che ha tanto più merito in quanto è scritto in epoca in cui pare non si scriva che di strade ferrate e di tramvie. Ma le strade ordinarie per la loro conservazione obbligatoria esigono pure rilevanti spese; e basta per convincersene dar occhio alle enormi somme annualmente stanziare a tale scopo nei bilanci dello Stato, delle Provincie e dei Comuni. Lo sono

merita lode l'egregio Casari per averci fatto conoscere il risultato della sua esperienza di ben 14 anni del servizio tecnico della provincia di Novara.

Il lavoro è diviso in tre parti. Nella *prima parte* si prende le mosse dalla circolare ministeriale che sul mantenimento delle strade provinciali diramava nel 1878 il Ministro dei lavori pubblici, e si osserva come le raccomandazioni del Ministro non potessero certamente riguardare l'Amministrazione provinciale di Novara, la quale mostrò sempre di aver somma cura nel far mantenere le sue strade provinciali in istato regolare di manutenzione, secondo il regolamento per la costruzione, manutenzione e sorveglianza delle strade provinciali, comunali e consortili della Provincia di Novara stato approvato fin dal 30 giugno 1872 con R. Decreto. E a meglio dimostrare le sue convinzioni l'autore prende a dimostrare con esempi numerici quanto aumenti il costo dei trasporti delle merci sulle strade non bene mantenute, riportando a tale uopo il prospetto che dà il rapporto del traino all'intero carico dietro le esperienze di Morin, secondo i diversi stati in cui trovansi una carreggiata; e ricavandone a mo' d'esempio, che se un cavallo trasporta il carico di 12 quintali su strada in perfetto stato, non ne trasporta che 8,6 su strada umida e coperta di ciottoli alla superficie, ed appena 4,6 su strada con detrito e fango; per cui dove basterebbero due cavalli per trarre un peso di 20 quintali, ce ne vorranno quattro, quando la strada si presenti solcata da ruotaie e coperta di fango; e sarà doppia la spesa del trasporto. Ritenendo per termine medio che il costo di trasporto di una tonnellata ad un chilometro nell'attuale stato delle strade mantenute dalla Provincia di Novara sia di L. 0,20, considerando anche solo 200 le tonnellate circolanti per chilometro (a vece delle 285 risultanti dalle esperienze per 8 giorni continui del giugno 1877) il totale delle spese di trasporto sulla lunghezza complessiva delle strade provinciali e consortili essendo di 831 chilometri risulterebbe di Lire 11,966,400. — E se le strade non fossero bene mantenute, cosicchè le spese di trasporto salissero anche solo da 0,20 a 0,25, la maggior spesa di pura perdita per il commercio in tale Provincia salirebbe a circa 3 milioni all'anno.

Il Governo lasciò alle Provincie ed ai Comuni di mantenersi le loro strade con quel sistema che credessero più conveniente; e ciò in omaggio al discentramento amministrativo. Ma l'effetto non corrispose completamente, perchè non tutti i Comuni ottemperano alle prescrizioni stabilite nel regolamento delle rispettive Provincie e l'ing. Casari riproduce a questo proposito gli articoli del regolamento per la Provincia di Novara relativi alla manutenzione delle strade, e la circolare che sul mantenimento delle strade comunali il Ministero si trovò costretto ad emanare nell'ottobre del 1880 sommamente preoccupato del come molti Comuni trascurino o lascino in abbandono le strade una volta costruite.

Nella *parte seconda* del suo libro il Casari affronta il problema: quale sia il miglior metodo per avere buone strade con non grande spesa: e si occupa specialmente dei vari sistemi di manutenzione, rigettando quello lombardo, ed anche il piemontese antico, secondo i quali erano appaltate a corpo la mano d'opera, ed a misura la provvista del materiale; e facendo non meno bene rilevare gli inconvenienti ancor più gravi del sistema napoletano di consegnare all'appaltatore il capo-strada, o il solido di massicciata stradale in volume e qualità, e perciò anche in valore, perchè lo riconsegna in eguale stato e ne paghi o gli venga pagata la differenza. L'assurdità di codesto sistema trovasi al vivo dimostrata nella relazione che fece l'Ispettore Posenti nel 1865 sullo stato di manutenzione delle strade in Sicilia.

Nè il Casari mostrasi meglio persuaso della bontà del sistema di manutenzione per le *strade nazionali* approvato con Decreto ministeriale del 31 marzo 1874 e tuttora in vigore, secondo cui la manovalanza per tutti i lavori ordinari è appaltata a corpo, ed a misura è il solo rifornimento del brecciaie, colle riparazioni alle opere d'arte di qualche entità, e la rimozione delle grandi frane. Nella bellissima relazione sulla manutenzione delle strade nazionali per lo esercizio 1876-77 del comm. Brauzzi, stata presentata alla Camera dei Deputati dal Ministro dei Lavori pubblici, è fatto molto bene risultare l'inconveniente del sistema governativo; e come infatti si potrebbe ammettere che mentre il materiale potrà variare a seconda del bisogno, a sensi del contratto, debba rimanere fisso il canone per la mano d'opera? Nel calcolo di questo canone a corpo dovendosi tener conto di tutti i lavori di manutenzione, per gli acquedotti, parapetti in muratura, ponti in legname, ed ogni altra opera speciale ed accessoria delle opere maggiori, come le platee, le gettate, i fascinaggi, le palafitte, difese e simili, non si può a meno di costituire una cifra rilevante, ed è certamente in un ben lato margine che l'impresario può trovare il suo tornaconto ad assumere il carico a suo rischio e pericolo.

La provincia di Novara, che si estende dal basso Po alle creste delle Alpi sul confine svizzero, e dal Ticino alla Dora Baltea,

ha un'estesissima rete di strade provinciali, e si può dire una delle prime per la sua viabilità. Quivi l'appalto di ogni tronco di strada è a misura tanto per la provvista del materiale di rifornimento della carreggiata, quanto per le riparazioni alle opere d'arte e le somministrazioni di mezzi d'opera; i prezzi unitari sono stabiliti nell'elenco unito al capitolato, e sia le provviste sia i lavori sono soggetti al ribasso d'asta. Lo sgombrò della polvere e del fango e l'impiego del materiale si fanno dai cantonieri, ai quali l'ufficio, secondo il bisogno e le richieste dei capi-cantonieri, dà in sussidio dei giornalieri. — Per una serie d'anni dacchè l'ingegnere Casari trovò all'ufficio tecnico provinciale di Novara, si ebbero col suindicato sistema sempre economie, tanto sulla somma complessiva dei contratti, quanto sugli stanziamenti preventivi dei bilanci provinciali, conservando, ciò che è più essenziale, in uno stato normale le strade, ed una buona viabilità. Sono L. 387,000 che rimasero in nove anni economizzate a vantaggio dell'Amministrazione provinciale, e che sarebbero state di guadagno agli appaltatori col sistema degli appalti a corpo.

L'ufficio tecnico fa il servizio di manutenzione per 831 chilometri, quale lunghezza ogni anno aumenta coll'aggiunta di molti tronchi in corso di sistemazione dietro la nuova classificazione fatta dal Consiglio provinciale, e colle strade da eseguirsi in seguito alla legge 23 luglio 1881.

Ora questo sviluppo corrisponde a metri lineari 1,28 per ogni abitante. Sarebbe quindi superiore a molte provincie del Regno.

La provincia di Milano non avrebbe che una lunghezza di metri 572,322, cioè metri 0,566 per abitante. La provincia di Alessandria avrebbe metri 672,760, pari a metri 0,98 per ogni abitante. Nella provincia di Torino la lunghezza delle strade provinciali, comprese quelle consortili, che la medesima provincia amministra, sarebbe di metri 618,229, cioè 0,61 per abitante. Genova non ha che 470,970 metri di strade provinciali, pari a 0,66 per ogni abitante.

Dagli atti dei rispettivi bilanci si rileva che la media annua spesa di manutenzione delle strade provinciali sarebbe per la provincia di Milano come dal bilancio dell'anno 1881, di L. 910 al chilometro. Per la provincia di Alessandria L. 732 al chilometro. Per la provincia di Torino (anno 1879) L. 1278 al chilometro. Per la provincia di Cuneo, L. 666 al chilometro. Per la provincia di Genova, L. 738 al chilometro.

La provincia di Novara nell'anno 1881 per le sue strade, tutto compreso, cioè traverse selciate, cantonieri, riparazioni ordinarie e straordinarie, ebbe una spesa chilometrica di L. 603, e facendo la media degli ultimi quattro anni 1878-1881, essa risulta di L. 644 al chilometro.

Nel bilancio del Ministero dei lavori pubblici per l'anno 1881 la spesa di manutenzione e di riparazioni per chilometri 8166,50 di strade nazionali è portata in L. 7,599,486 81, che equivale a L. 930 al chilometro, molto superiore alla media spesa nella provincia di Novara.

La *parte terza* riguarda il modo di eseguire il lavoro di manutenzione, e qui l'ing. Casari si dichiara giustamente partigiano del sistema, denominato dai Francesi *point à temps* (il giusto a tempo), e conseguentemente opposto al sistema degli spargimenti generali. Le depressioni e solcature che progressivamente si formano nel piano stradale devono tosto essere riparate, impiegando a tempo e secondo le buone regole la necessaria quantità di materiale e di mano d'opera per mantenere la carreggiata nello stato normale ed impedirne il deterioramento. Una strada deve dirsi bene mantenuta quando ha il suo colmo regolare, e possibilmente vengono prevenute le profonde ruotaie e depressioni, o con prontezza vengono riparati tali disordini. Siccome questi si manifestano più o meno numerosi e gravi, secondo l'azione di costanti e variabili cause, così le riparazioni sono ordinarie e straordinarie. Le prime sono fatte dai cantonieri, le seconde coll'aiuto di giornalieri.

Il materiale che può essere ammissibile per una strada meno frequentata, o battuta da carichi poco pesanti, si deve invece escluderlo per altre in diverse condizioni di località e di carreggio.

Una volta che la massicciata per insufficienza di materiale o di mano d'opera è soggetta ad essere tagliata a fondo dalle ruote, la buona viabilità è perduta, e per riconquistarla è inevitabile sostituire una solida nuova massicciata con spesa rilevante, che non è più di sola manutenzione, ma di vero rinnovamento.

Levare la polvere ed il fango a misura che si formano; — mantenere il colmo regolare della carreggiata collo spandimento dei materiali; — attendere i tempi piovigginosi per spandere i materiali; — ed essenzialmente fare gli impieghi di maniera che il carreggio ne sia poco incomodato, e sia costretto a passare indistintamente sopra tutti i punti della massicciata, sono i punti principali, sui quali il Casari particolarmente insiste. — Dopo

di che, tratta brevemente del modo di riparare le carreggiate quando si siano lasciate andare in cattivo stato, del costo per ristabilire una massicciata bene consolidata, e del consumo delle carreggiate in relazione col tonnellaggio di transito. Insiste finalmente sulla importanza della qualità dei materiali di inghiaiamento riportando parte della circolare dell'Amministrazione francese delle strade nazionali che prescrive nei progetti di preventivi delle spese di manutenzione la indicazione in ventesimi della qualità dei materiali da impiegarsi, determinata per mezzo dell'apparecchio Deval per il grado di consumo, e di esperimenti diretti per la resistenza allo schiacciamento.

L'operetta si chiude coi moduli dei diversi stampati in uso nell'ufficio tecnico provinciale di Novara per il servizio di manutenzione delle strade.

G. S.

II.

Le macchine a vapore, il materiale e l'esercizio tecnico delle Strade Ferrate. Opera del Prof. Ing. AGOSTINO CAVALLERO. — Termodinamica ed Aerodinamica in un 1° volume di testo, di 700 pagine, con 102 figure ed atlante di 35 tavole. — Torino 1882. Prezzo Lire 20.

Noi ci troviamo dinanzi ad una di quelle pubblicazioni che per la mole dell'opera, l'importanza e la difficoltà dell'argomento, non meno che per la rarità colla quale in Italia esse vengono in luce, sono destinate a rimanere monumento perenne dello stato della letteratura tecnica del paese nel quale si pubblicano. Nello intraprenderle, Autore ed Editore, ciascuno per la parte cui spetta, sentono tutto il peso della responsabilità morale e materiale alla quale essi vanno incontro, ed hanno d'uopo di molto coraggio e di molta coscienza per non ismarcirsi d'animo nella lunga ed onerosa impresa.

Nel caso particolare dell'opera, della quale annunziamo la pubblicazione, il chiarissimo autore, che è nostro buon amico, ebbe naturalmente innanzi a sé difficoltà speciali ben più gravi ancora, per la condizione nella quale si trovano presentemente le discipline di cui prese a trattare. Chè da una parte vediamo una accolta di teorici puri correre valorosi e sfrenati dove l'immaginazione fervida e la combinazione meccanica dei simboli li spingono, ed allontanarsi alquanto dall'orbita comune nella quale s'aggirano le cognizioni degli Ingegneri Professionisti. E d'altra parte vanno non meno veloci, sebbene più numerosi e più disordinati, i costruttori ed altri pratici che interrogando senza posa l'esperienza, con nuovi tentativi, ora per caso, ora per intuizione o successione d'idee escogitate, arricchiscono anch'essi di sempre nuovi trovati il patrimonio scientifico.

Codeste due correnti, le quali hanno indubbiamente il medesimo scopo, paiono nondimeno destinate a percorrere due parallele abbastanza fra loro distanti; e nel campo finito che è tra esse spiegano la loro attività gli studiosi della scienza applicata onde allacciarne i punti comuni con opportune trasversali che ora più, ora meno inclinate, e nell'un senso o nell'altro a seconda delle circostanze, servono a dare alle ricerche un più sicuro indirizzo.

Niuna meraviglia adunque che codesto lavoro di coordinamento, il quale esige tempo non lieve ed una abilità tutta particolare per le difficoltà che presenta, debba per se stesso procedere più lento e rimanere utilmente alquanto addietro al movimento delle due correnti antesignane. Ed ecco il perchè i libri che ci tengono informati di tanto lavoro possono essere talvolta troppo severamente giudicati ove chi li giudica si ponga da un punto di vista o puramente teorico, o totalmente pratico.

Questa considerazione abbiamo voluto a bella posta far precedere onde meglio spiegare l'elogio incondizionato che all'opera del chiarissimo Prof. CAVALLERO, di cui è stampato il 1° volume (Termodinamica ed Aerodinamica) intendiamo tributare in queste colonne.

Da molti anni il prof. Cavallero si era proposto di dare alle stampe le lezioni sulle macchine a vapore e sulle ferrovie da lui professate ogni anno alla Scuola di applicazione degli Ingegneri in Torino. Ma anziché fare un'opera unicamente scolastica, vagheggiò di renderla vantaggiosa a tutte le categorie di Ingegneri, e divise l'opera sua in tre veramente grossi volumi.

Nel primo di essi, che è quello testè pubblicato, incominciò con una rapida rassegna storica delle macchine a vapore e strade ferrate; e così nelle prime 150 pagine, il chiaro autore espone nettamente la filiazione delle idee dalla colipila di Erone, 120 anni avanti Cristo, fino ai sistemi presentemente in uso, avendo cura di distinguere colla ben nota sua accuratezza i perfezionamenti da attribuirsi al semplice empirismo, da quelli che furono la naturale conseguenza dei successivi progressi della scienza. E ciò appunto lo condusse a dare con qualche estensione la storia della moderna teoria meccanica del calore o termodinamica, che dir si voglia, siccome quella che costituisce la base

fondamentale dello studio teorico delle macchine a fuoco. Dopo questo sunto storico incomincia l'esposizione dei principii ed equazioni fondamentali della *termodinamica*, e della loro applicazione ai gas ed ai vapori, non meno che ai corpi solidi e ai liquidi. E tien dietro una seconda parte, denominata *aerodinamica*, in quantochè tratta dell'effluo dei gas e vapori, del loro movimento nei lunghi tubi, e delle macchine adoperate a produrre codesto movimento, come i ventilatori ed altre macchine pneumofore; dei compressori d'aria, delle condotte d'aria, di quelle di gas-luce, e delle condotte di vapore; e infine, della resistenza e dell'urto dell'aria, con qualche cenno di teoria dei molini a vento. Fin qui il primo volume.

Formeranno oggetto del secondo volume, i generatori di vapore, le macchine a gaz, e quelle a vapore stazionarie, locomobili e di navigazione.

Da ultimo, in un terzo volume verrà esposto tutto ciò che si riferisce al materiale fisso e mobile ed all'esercizio tecnico delle strade ferrate.

Facendo all'egregio Autore i nostri più sinceri augurii perchè vengano presto alla luce il 2° ed il 3° volume, che riesciranno, ne siamo certi, non inferiori al primo per ogni riguardo, non possiamo a meno di far qui rilevare l'accuratezza veramente straordinaria, colla quale codesto primo volume risulta compilato, talchè ogni capitolo del libro è fatto seguire da una bibliografia delle pubblicazioni maggiormente utili ad essere consultate sugli argomenti discussi; e per quel che riguarda la terminologia tecnica, ad imitazione di quanto scorgesi nelle più pregiate opere straniere, i vocaboli più importanti trovansi accompagnati coll'indicazione di quelli corrispondenti nelle tre lingue francese, inglese e tedesca.

L'abilità ben nota dell'egregio professore ci dispensa dall'entrare in merito del libro; desiderosi di darne ai lettori lo annunzio, non avremmo avuto nemmeno il tempo materiale di studiarlo; nè possiamo, nè potendolo vorremmo erigerci a giudici di chi è stato in codesta materia il nostro professore. D'altra parte simili pubblicazioni si impongono da se stesse alla ammirazione di tutti, e si accettano con grato animo. È cosa invero troppo difficile saperle fare; e una volta fatte è troppo facile rinvenirvi qua o colà alcune mende, le quali per altro non nulla tolgono alla importanza e serietà dell'opera, al pregio ed al valore dell'autore. Una semplice osservazione ci permettiamo di sottoporre all'apprezzamento del chiaro professore, ed essa riguarda una certa quale manifesta tendenza a voler dimostrare *a priori* i principii fondamentali della scienza. E così, per es., troviamo una dimostrazione del principio dell'equivalenza tra calore e lavoro che dall'autore è basata sul principio della conservazione delle energie; mentre per dimostrare quest'ultimo si ricorre alla *ipotesi* che il calore sia un movimento molecolare. Or bene, ricordo d'aver imparato dallo stesso egregio professore che la scienza termodinamica ha questo appunto di caratteristico di aver cominciato ad essere scienza dal di che prese a studiare gli effetti senza punto curarsi di indagare la natura delle cause, scienza che rimane fondata puramente sui risultati della esperienza, e che perciò non ha bisogno di alcuna ipotesi. Ed in ciò ci accostiamo di preferenza ad Hirn che, sebbene filosofo profondo, dimostrò la prima proposizione fondamentale di termodinamica seguendo soltanto la via sperimentale, e sostenendo essere questa la sola via corretta a seguirsi, mentre tutte le dimostrazioni *a priori* che si tentassero di dare non possono riposare che su gratuite ipotesi, se pur non sono circoli viziosi. E per analoga ragione la seconda dimostrazione del principio di Mayer e la seconda dimostrazione del principio di Carnot, basate ambedue sull'assurdo di un moto perpetuo, non ci paiono nè rigorose nè sostenibili. L'abbondanza e, diciamo pure, il lusso di simili ragionamenti astratti non toglie ad ogni modo all'ottimo libro un'ombra sola di merito. Anche il sole ha le sue macchie, e se v'ha chi possa farne oggetto di studio, noi, e con noi i nostri lettori, rammentando che calore è vita, preferiamo raccoglierne i cocenti raggi.

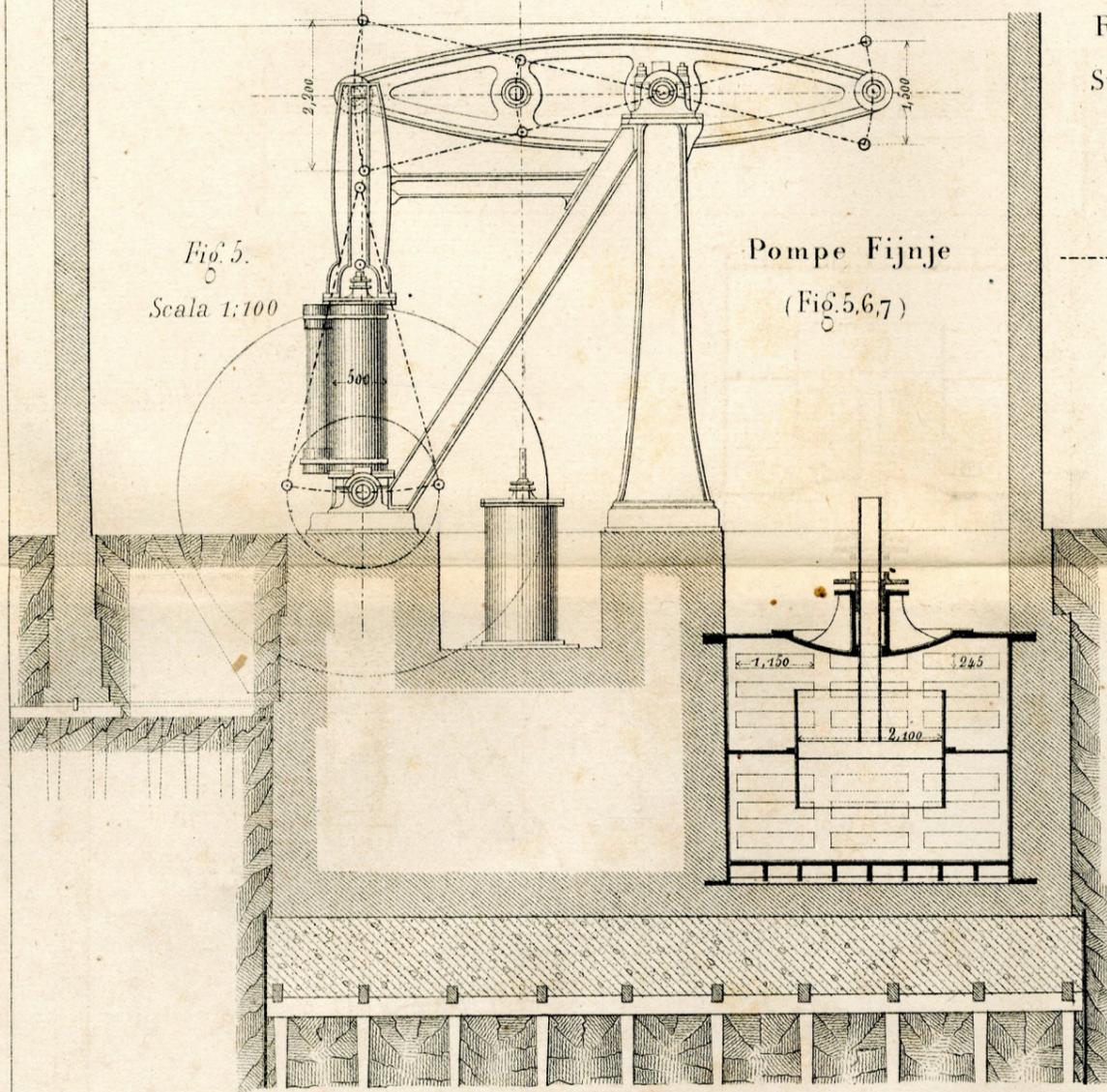
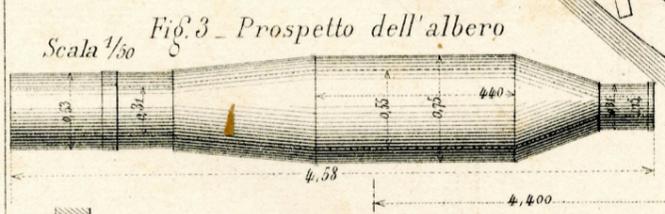
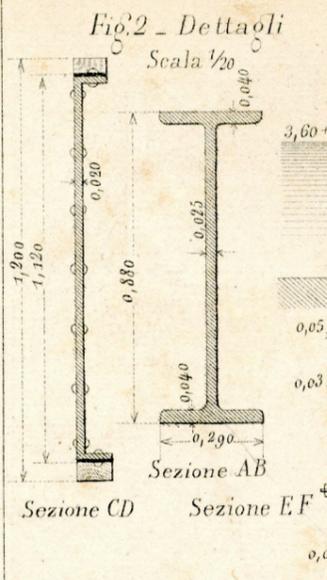
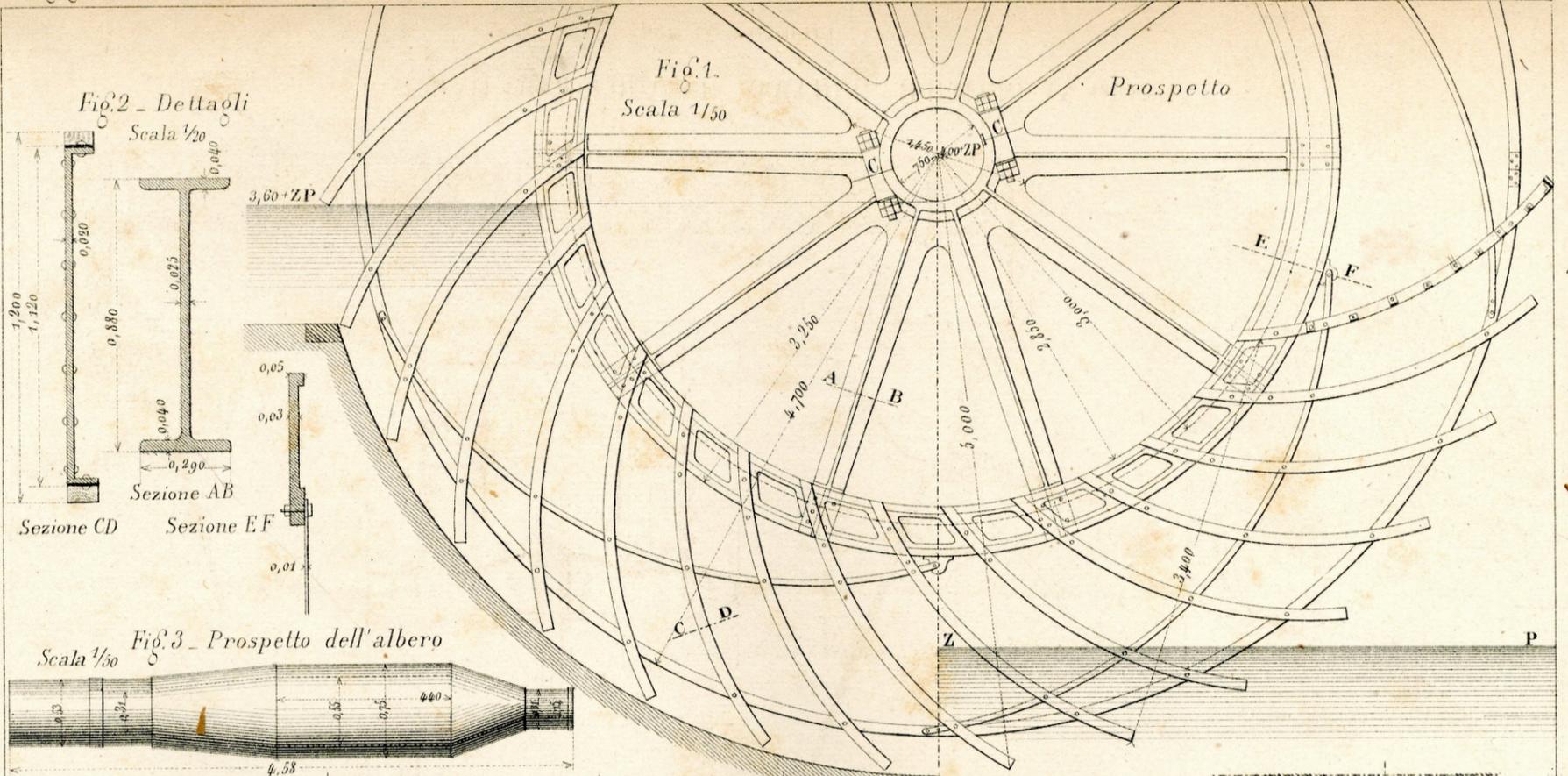
G. SACHERI.

Sono inoltre pervenute alla Direzione dai loro Autori od Editori le seguenti altre pubblicazioni:

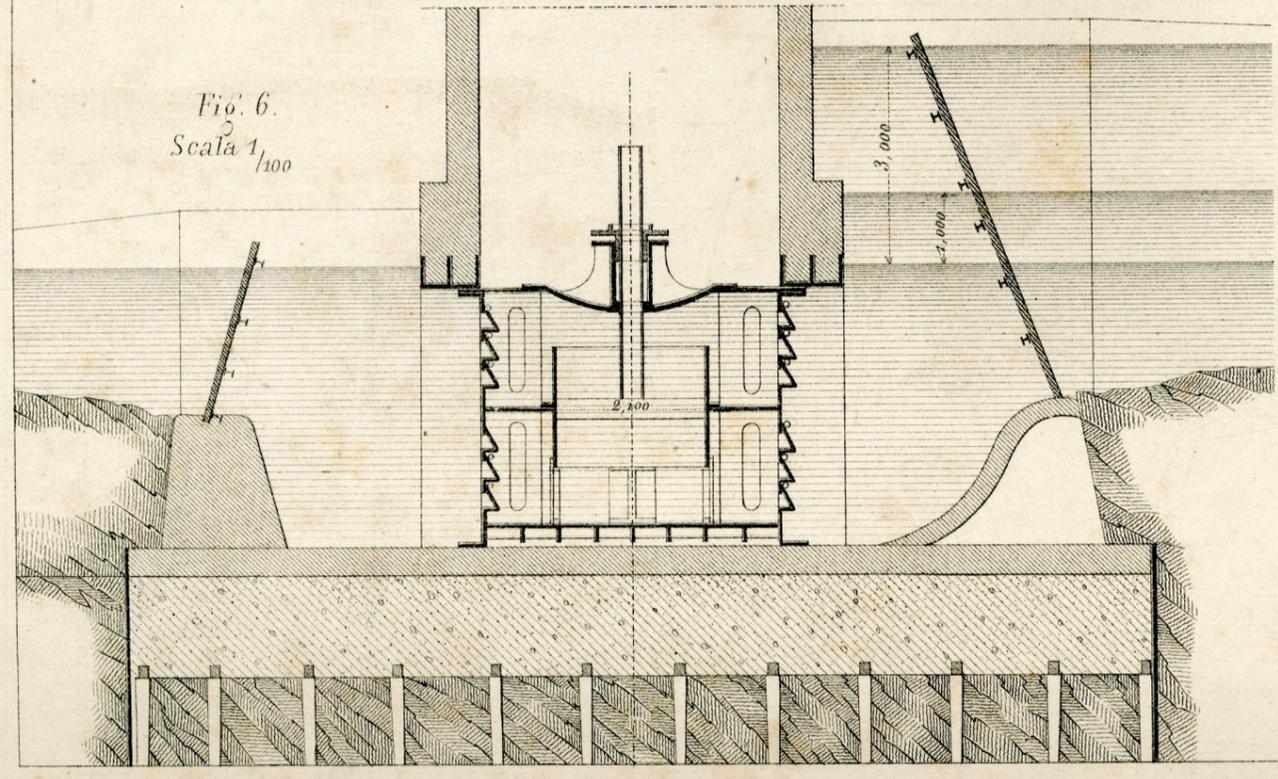
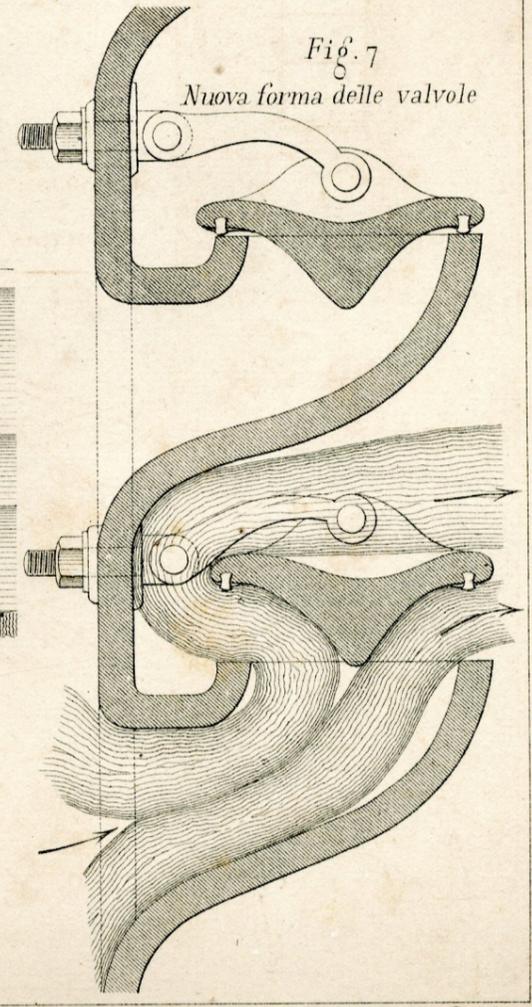
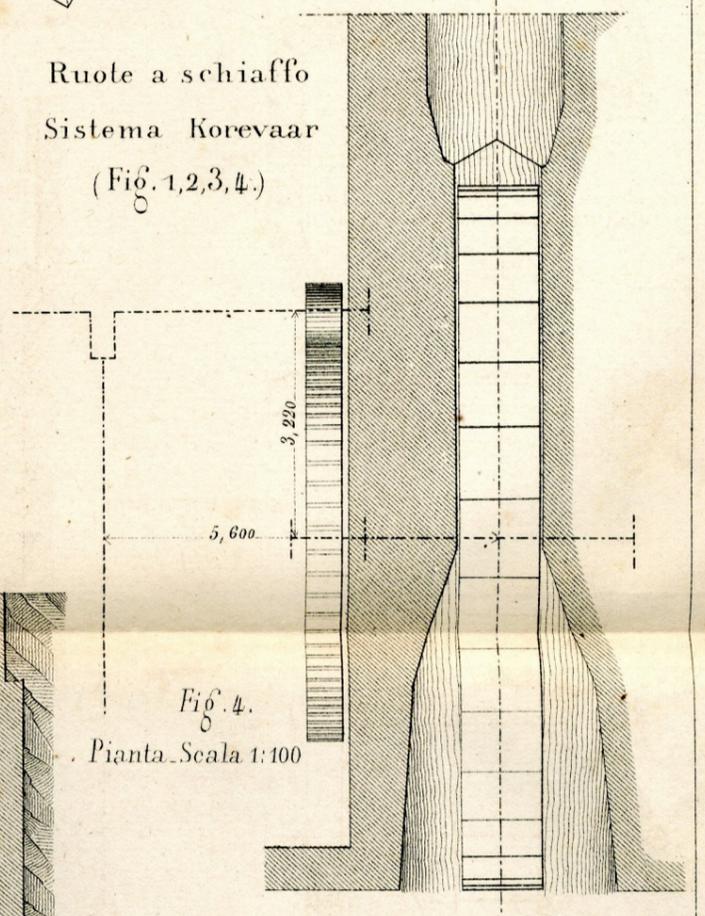
— Misura di velocità nel Tevere. Memoria dell'ingegnere I l d e b r a n d o N a z z a n i, Prof. d'idraulica nella R. Scuola degli ingegneri in Roma. — Op. in 8° di pag. 117 con 4 tavole. — Roma, 1882.

— Ferrovia da Genova a Borgotaro pel Monte Penna, dell'ingegnere C a r l o N a v o n e, Deputato provinciale. — Op. in 8° di pag. 47 con planimetria ed altimetria della linea. — Genova, 1882.

— Scuola di applicazione degli ingegneri in Roma. — Annuario per l'anno scolastico 1882-83. — Op. in 8° di pag. 180. — Roma, 1882.



Ruote a schiaffo
Sistema Korevaar
(Fig. 1, 2, 3, 4.)



Torino, Tip. e Lit. Carnilla e Bertolero