

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo di tutte le opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori ed Editori.

SULLA ILLUMINAZIONE ELETTRICA

CINQUE PUBBLICHE CONFERENZE

tenute nel Museo Industriale Italiano dal Professore

GALILEO FERRARIS

Conferenza 5^a — 24 maggio 1879

Nuove lampade elettriche

Divisione della luce elettrica — Conclusioni.

Ci siamo occupati dell'illuminazione elettrica fatta per mezzo dei *regolatori*: ci siamo in primo luogo fatto un'idea degli apparecchi a cui si dà questo nome, ci siamo in secondo luogo reso conto della convenienza economica del sistema, della sua importanza pratica e delle condizioni da cui questa dipende.

L'apparecchio detto regolatore è un congegno da cui i due carboni, fra le punte dei quali si deve formare l'arco voltaico, sono portati così, che nonostante il consumo loro la distanza fra le due punte si mantenga fra limiti convenienti e che, nonostante il maggiore consumo del carbone positivo rispetto al negativo, l'interruzione del circuito, sulla quale si forma l'arco voltaico, si mantenga immobile nella sua posizione. Mosso dal peso del portacarbone positivo o dall'elasticità di una molla, un rotismo tende a far avanzare i due carboni l'uno verso l'altro con velocità proporzionali ai loro consumi; ma il rotismo è imbrigliato da un nottolino d'arresto comandato dall'armatura di una elettromagnete, nella spirale della quale passa la corrente. Quando l'intensità della corrente è quella che conviene, l'armatura è attratta, ed il nottolino arresta il rotismo; quando invece per essere la lunghezza dell'arco cresciuta a dismisura, la resistenza aumentata fa diminuire sotto ad un certo limite l'intensità della corrente, l'armatura si distacca dalla elettromagnete, ed il nottolino lascia in libertà il movimento di orologeria, e questo fa avvicinare i carboni. Negli apparecchi più completi, come è quello di *Serrin* che noi abbiamo veduto, v'ha una disposizione tale che i carboni, inizialmente a contatto l'uno coll'altro, si distaccano appena passa la corrente, cosicchè l'arco voltaico si produce automaticamente, e la lampada si accende da sè.

La convenienza economica e la importanza pratica del sistema può dedursi da dati sperimentali, che oramai, dopo cinque anni dacchè il sistema è entrato nel campo industriale, formano per un calcolo una base sicura. Trovammo che la convenienza è tanto maggiore, quanto più potenti sono i centri luminosi adoperati. È massima ne'fari; è grande negli opifizii ove è possibile fare uso di poche lampade potenti, e dove si ha forza motrice esuberante; sussiste ancora quando l'illuminazione elettrica richiegga l'impianto di un motore apposito, purchè ciascuna lampada produca almeno 100 becchi Carcel.

Ora l'esito felice di molte di queste applicazioni fece nascere più larghi desiderii, speranze più ardite. Parve dover essere possibile fare della luce elettrica applicazioni più estese: parve di poter tentare di portare questo modo d'illuminazione nelle strade e sulle piazze, nei luoghi di convegno, nelle botteghe, nelle abitazioni private; parve che

la illuminazione per mezzo della corrente elettrica si presentasse come quella dell'avvenire, del prossimo avvenire; e molti ingegni si posero dietro la guida di tali idee, e molti capitali si dedicarono ad audaci tentativi. Per conseguire la meta bisognava modificare in molte parti gli apparecchi ed il loro uso; sorsero quindi i numerosi sistemi nuovi dai quali ebbero origine le speranze esagerate ed i timori esagerati, ai quali io feci allusione cominciando la prima mia conferenza, sui quali si aggirano le controversie per giudicare delle quali, noi abbiamo voluto trovarci in queste serate, e ragionare insieme.

La luce elettrica ottenuta coi regolatori non è applicabile se non nei casi in cui non sia un inconveniente l'aver la luce data da pochi centri radianti, di grande potenza: quindi non è applicabile che in pochi casi. Bisognava adunque frazionarla, dividerla. Ed a quest'uopo bisognava o modificare radicalmente, o togliere affatto il regolatore. Infatti:

1° Il regolatore non può, per la sua stessa costruzione, funzionare bene se non è *unico* nel circuito: se più regolatori fossero posti in un medesimo circuito, le oscillazioni continue, inevitabili, dei carboni dell'uno facendo variare la resistenza e quindi la intensità della corrente, provocherebbe in tutti gli altri oscillazioni irregolari, le quali ne disturberebbero il funzionamento.

2° Quando anche parecchi regolatori potessero lavorare regolarmente nel medesimo circuito od in circuiti derivati, essi sarebbero sempre apparecchi troppo complicati, e voluminosi troppo, per essere posti su di ogni lampione. Il bisogno poi di rimettere i carboni di tempo in tempo renderebbe assai incomodo il loro impiego su così vasta scala.

I sistemi proposti sono molto numerosi: ma a noi giova ridurli a pochi tipi per ragionare soltanto su questi.

Io distinguo tre classi principali di apparecchi:

1° I sistemi ad arco voltaico,

2° I sistemi ad incandescenza,

3° I sistemi misti, ove la radiazione di un brevissimo arco voltaico e la incandescenza di una breve bacchetta di carbone sono adoperate insieme.

Nei sistemi della prima classe la luce è data dall'arco, o meglio dalle punte fra cui l'arco si forma, come nel sistema ordinario dei regolatori; ma invece di apparecchi coi delicati rotismi di cui ci siamo fatto una idea, si hanno disposizioni più semplici e tali che le punte dei carboni non oscillino, ma sieno assolutamente immobili alla distanza voluta.

Alcuni di questi apparecchi sono veri regolatori soltanto semplificati, ove i carboni non hanno bisogno per mantenersi alla distanza voluta, che di essere spinti innanzi di mano in mano che vanno consumandosi. Ciò si può ottenere come nell'apparecchio di *Staitte ed Edwards* (fig. 50), che è il più antico dei regolatori, facendo che i carboni A, B sieno spinti contro un pezzo C di materia refrattaria, in modo che tra loro resti sempre lo spazio *ab* per l'arco. Oppure si può ottenere il medesimo risultato, adoperando in luogo di due carboni, due coppie di carboni AA' e BB' incontrantisi ad angolo nei punti *a* e *b* (fig. 51). Se i due carboni A, A' sono spinti innanzi secondo le loro direzioni, essi, ancorchè si consumino, si incontrano sempre in un medesimo punto *a*; similmente rimane fisso il punto *b* di incontro dei due carboni B, B' se questi, chiusi in due tubi,

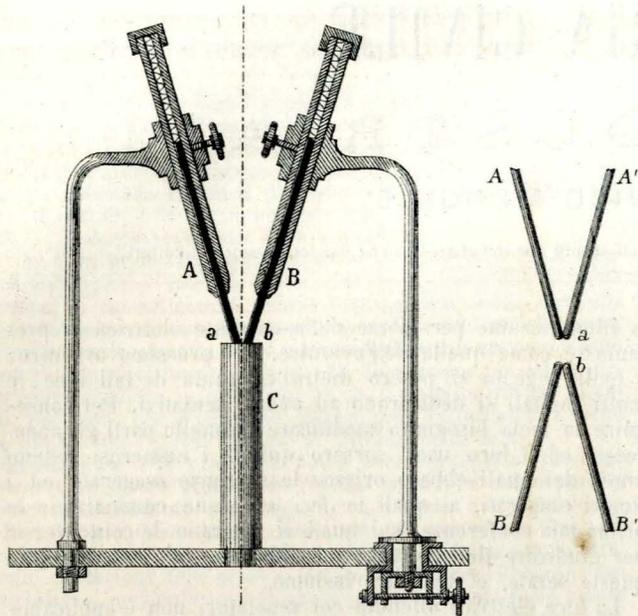


Fig. 50.

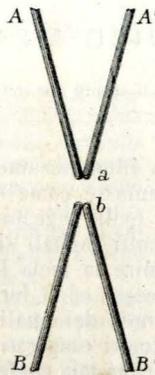


Fig. 51.

sono spinti innanzi e si avanzano mentre si consumano. Se i due carboni A, A' sono in comunicazione col polo positivo, ed i due B, B' sono in comunicazione col polo negativo dell'elettromotore, si forma fra a e b un arco assolutamente fisso. Tale è il sistema recentemente proposto dal russo signor Rappieff.

Di somiglianti congegni ve n'ha degli ingegnosi, ve ne ha però anche molti che non sono altro che un ritorno a cose vecchie e dimenticate. Nessuno di essi, finora almeno, ebbe un esito vero, nessuno fu l'oggetto di sperimenti di qualche importanza, di qualche durata.

Altri sistemi invece sopprimono addirittura il regolatore sostituendovi una *candela* elettrica. È tipo di questi il sistema di *Jablochkoff*, che fra tutti i nuovi sistemi ad arco voltaico, è finora quello che venne sperimentato su più larga scala, quello che levò più rumore, quello in cui la pratica ha detto già qualche cosa di più decisivo, quello a cui noi dobbiamo, prima che ad ogni altro, rivolgere la nostra attenzione.

Noi abbiamo sotto agli occhi una *candela elettrica* del *Jablochkoff* (tav. VIII, fig. 1). È formata di due bacchette c, d cilindriche di carbone (carbone artificiale Carré) collocate l'una di fianco all'altra, parallelamente l'una all'altra e separate da una sostanza isolante i. Era questa caolino nelle prime candele, ora vi si sostituisce, dicono con vantaggio, il gesso. Le estremità inferiori dei carboni penetrano in due tubi di ottone, i quali permettono di chiudere facilmente la candela nel suo sostegno, e per mezzo dei quali si fa la comunicazione metallica delle bacchette coi reofori. Una legatura M, annegata in una pasta solida, tiene uniti i due carboni.

Quando si fa passare la corrente, l'arco voltaico si forma fra le due estremità dei carboni, i quali bruciano a poco a poco al contatto dell'aria. La materia isolante, che sta frammezzo, si scalda, fonde, si volatilizza parzialmente, e rende lo spazio compreso fra i carboni più conduttore di quello che sia nel sistema ordinario dei regolatori. Inoltre la sostanza isolante si fa alquanto conduttrice quando essa entra in fusione, e con ciò diminuisce la resistenza opposta al passaggio della corrente. Almeno è questa una delle cause a cui si attribuisce la possibilità di inserire parecchie candele in un medesimo circuito.

L'accensione delle candele si fa automaticamente appena la comunicazione coll'elettromotore è stabilita, e ciò in grazia di una bacchetta di grafite di un millimetro di diametro, collocata all'estremità superiore dei carboni, di traverso, e ritenuta con una legatura ab d'amianto. Lo stesso risultato si ottiene con una semplice legatura di fil di ferro.

La candela viene collocata tra le mascelle di una piccola morsa, le quali si serrano contro di essa per la elasticità di una molla, sono isolate l'una dall'altra, e con opportuni morsetti si possono mettere in comunicazione coi due reofori. Una candela non dura più di un'ora e mezza: quindi per una illuminazione, che debba durare un tempo più lungo, occorrono più candele.

Per fare il cambio delle candele comodamente, e presto, senza interrompere la illuminazione, si fanno *candelieri* a quattro morse, portanti quattro candele (tav. VIII, fig. 2). Sono dischi DD di materia coibente, per esempio di vetro opalino, su cui sono impiantate quattro morse M, N, P, Q, come quella che io descrissi, a ciascuna delle quali si può raccomandare una candela. Le quattro morse hanno una delle ganasce, l'interna, in comunicazione con un medesimo serrafilo, quindi con un medesimo reoforo; le altre ganasce, le esterne, coi relativi serrafilii, sono collegate coi pezzi di contatto di un ordinario commutatore, per mezzo del quale, col semplice giro di un manubrio, que'morsetti si possono porre l'uno dopo l'altro in comunicazione col secondo reoforo dell'elettromotore. Così quando una candela sta per essere consumata, la si toglie dal circuito e subito le si sostituisce la sua vicina, la quale si accende da sè così presto, che appena l'occhio se ne accorge. Con quattro candele per candelieri si può così prolungare la illuminazione per sei ore, senza che occorra altro che questo: che un inserviente venga ad intervalli di un'ora e mezza a dare un giro al manubrio del commutatore. Per una illuminazione, che dovesse durare di più, si potrebbero adoperare candelieri con un numero maggiore di candele, ma identici nella sostanza, a quello che abbiamo descritto.

Se si adoperasse, per attivare una candela elettrica, una corrente costante, diretta sempre nel medesimo verso, i due carboni, noi sappiamo, si consumerebbero diversamente, e il positivo circa il doppio del negativo. La candela si farebbe in breve zoppa, la distanza fra le due punte aumenterebbe gradatamente, e dopo poco l'arco si romperebbe, la luce si spegnerebbe. Bisognerebbe, per evitare questo guaio, dare ai due carboni sezioni diverse, e far maggiore il positivo che il negativo; meglio, più semplicemente e più sicuramente, si evita l'inconveniente attivando la candela con correnti alternate, dirette con rapida vicenda, alternativamente in un verso e nel verso opposto. Per tal modo i due carboni si trovano in condizioni identiche, si accorciano ugualmente, e la candela si consuma regolarmente fino alla base come una candela ordinaria.

Essendo fissa la distanza delle punte, non essendovi le oscillazioni inevitabili nei regolatori, riesce facile tenere accese in un medesimo circuito parecchie candele ad un tempo. Negli impianti che funzionarono e funzionano tuttavia a Parigi, si hanno quattro candele in ogni circuito.

Per produrre le correnti alternate, di cui si ha bisogno per l'alimentazione delle lampade *Jablochkoff*, il Gramme costruì macchine apposite. Voi vedete qui un disegno, di una delle macchine adoperate a Parigi, la quale basterebbe per 16 candele *Jablochkoff* poste quattro a quattro in quattro circuiti diversi (tav. VIII, fig. 3). Otto elettrocalamite diritte K, i cui nuclei sono grossi lastroni di ferro perpendicolari al piano della figura, e collocati radialmente come le palette di una zangola, sono portate da un albero B, a cui con una puleggia ed un cingolo è trasmessa una rapida rotazione (600 giri o più al minuto). Con due sfregatoi a spazzola, di cui uno è visibile nella figura, le estremità delle spirali di queste elettromagneti sono tenute in comunicazione coi poli di un elettromotore qualunque a corrente costante, per esempio di una ordinaria macchina Gramme di piccolo modello. Così le elettromagneti rotanti sono attivate, e i fili sono avvolti in modo che i poli esterni sono in esse alternati. Sono queste le *elettromagneti induttrici*. Girando, i poli delle elettromagneti induttrici vengono a passare davanti alle spirali a, b, c, d... ecc., disposte tutte in giro, avvolte su di un nucleo di ferro, fisso, formante come una botte cilindrica, che racchiude il tutto. Sono queste le spirali indotte. Formano quattro gruppi, e sono congiunte in modo, che le a formino un circuito, le b un altro, le c un altro, le d un altro. Così si hanno quattro circuiti indotti,

in ciascuno dei quali possono collocarsi quattro candele. Come in questa macchina si producano correnti alternate, noi vediamo subito, dopo quel che abbiamo appreso. Consideriamo una delle spirali indotte, per esempio la *d*. Mentre le si avvicina il polo di una delle elettromagneti induttrici, per esempio di quella, che le sta ora davanti, si produce in essa una corrente che ha tal verso da tendere a respingere quel polo, da opporsi al movimento. Ma poco dopo arriverà in faccia ad essa, il polo della elettromagnete induttrice successiva, e si produrrà in essa una corrente che tende a respingere questo nuovo polo mobile. Ora io dissi che i poli delle elettromagneti induttrici sono alternati, dunque sono alternate anche le correnti indotte. Nel sistema *Gramme* descritto abbiamo due macchine, una piccola macchina a correnti continue, la quale non fa che magnetizzare le elettromagneti induttrici, e la macchina a correnti alternate, la vera macchina che dà le correnti, con cui si fa la luce.

Si capisce che un gabinetto ed una scuola come questa non possano essere muniti di tutti questi apparati. Tuttavia, se non potremmo fare agire in modo continuo per lungo tempo un sistema *Jablochhoff*, possiamo tuttavia porre benissimo in azione qualche candela e vederne gli effetti. Inserisco un commutatore nel circuito, e con questo di quando in quando, rapidamente abbastanza perchè l'arco non si spenga, invertirò la corrente. L'effetto sarà identico.

Faccio passare dapprima la corrente per una delle due candele poste sul candeliere che ho qui sul tavolo. Tutto qui è scoperto e si vede. Vedete che, appena chiuso il circuito, la candela si accende. Sulla punta della candela abbiamo l'apparenza di un globo luminoso, e questo è annegato in una fiamma purpurea, che ne smorza la rigidità, che ne sfuma per così dire i contorni. Col commutatore toglierò dal circuito queste candele e vi sostituirò la sua vicina, vedrete che subito si accenderà, e se in questo locale avessimo altre luci, non ci accorgeremmo quasi del cambio.

Avete visto la candela a nudo: per applicarla alla illuminazione, conviene chiuderla in un pallone appannato di grande diametro. Così la luce che qui, concentrata in piccolo spazio, è insopportabile all'occhio, distribuita in tutta la superficie del pallone si farà meno viva e non potrà più offendere.

Ecco (tav. VIII, fig. 4) un pallone, come quelli applicati a Parigi dalla Società *Jablochhoff*. Là dentro ho disposto una candela; vi mando la corrente, e voi ne vedete adesso l'effetto.

Mentre che noi stavamo guardando l'effetto di questa lampada elettrica, il preparatore ha collocato nella lanterna di proiezione una nuova candela: ora io farò passare la corrente in quella, e noi potremo vedere proiettata l'estremità della candela su di uno schermo, ed esaminare i fenomeni che avvengono fra le punte dei carboni. Vedete un bagliore rossiccio: questo è l'immagine di una vera fiamma; dentro, assai più splendidi, brillano le due punte: essendo le correnti alternate, esse sono uguali; in mezzo v'è il gesso, che si consuma. La materia coibente che dà passaggio alla corrente, la fiamma conduttrice, che fa altrettanto, diminuiscono la resistenza; si ha un arco pieno, grosso, arrotondato, morbido. Sono pregi questi, per la bellezza, ma vedremo che costano cari.

Ecco la candela che illuminò con tanta attrattiva pei visitatori dell'Esposizione di Parigi, la *place* e l'*avenue de l'Opéra*, i magazzini del *Louvre*, l'ippodromo. Essa fu tipo di numerosi apparecchi diversi immaginati poi, e costruiti da *Rapief*, *Siemens*, *De Méritens*, *Thurston*, *Wilde*, *Jamin*. E qualunque sia per essere il suo avvenire, comunque oggi stesso siano svanite le speranze di vedere per ora in essa un sistema economico, non si può negare che essa contenga un'idea nuova, semplice, pratica in sé, la quale frutterà forse in altro tempo. Ad ogni modo è essenzialmente alle prove fatte con questo sistema, che noi dobbiamo tutto lo scalpore attuale per l'illuminazione elettrica.

La divisione della luce elettrica permessa dalla candela *Jablochhoff* è molto limitata: si sperò di poter avere di più, ed a quest'uopo si pensò di ricorrere a lampade presentanti piccole resistenze, così da poter stare in gran numero in un medesimo filo od in circuiti derivati. Quindi le lampade ad *incandescenza*.

Come dice la parola, in queste lampade la luce emana da un corpo incandescente: una bacchetta di carbone, una spirale di platino, una lastrina di platino, un pezzetto di iridio. La soluzione del problema fatta in tal modo era semplice ed ovvia, facilissima ad immaginare, anzi era già immaginata da molto tempo, prima ancora che il *Foucault* desse alla luce il suo regolatore. Nel 1845, il signor *King* prendeva un brevetto di privativa per un apparecchio che è il tipo di tutti. Una bacchetta di carbone A (fig. 52), di pochi millimetri, era inserita nel circuito fra due reofori D, C. Il tutto era chiuso in un tubo B vuoto d'aria: talvolta nella camera barometrica. Lo stesso si sarebbe ottenuto in uno spazio pieno di gaz inetto ad alimentare la combustione.

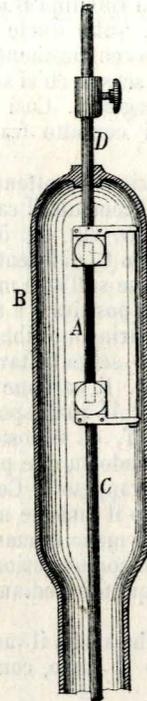


Fig. 52.

Un brevetto affatto analogo a quello del *King* prendevano nel 1846 *Greener* e *Stait*; un altro ne prendeva il *Petrie* nel 1849, proponendo l'uso dell'iridio. I sistemi proposti da questi signori furono poi dimenticati, finché nel 1874 un russo, *Lodiguine*, li richiamò a vita rinventandoli. *Kosloff*, *Kann*, poi *Bouliguine* e *Fontaine* migliorarono questo apparecchio e l'ultimo eseguì su di esso molte esperienze. Ed altri fecero proposte analoghe, le quali non diedero mai risultati molto felici. Finalmente *Edison* fece brevettare, recentemente, un suo sistema di illuminazione elettrica, che nella sostanza non è che il metodo di illuminazione per incandescenza, con alcuni particolari non tutti nuovi, relativi ad artifici diversi per regolare automaticamente la temperatura del corpo incandescente onde evitare che esso si rompa.

Che con questi sistemi si possano porre in un medesimo circuito parecchie lampade elettriche, è chiaro: che la luce ottenuta possa essere economica e bella è da dubitare; e di ciò dirò fra poco.

La terza classe di apparecchi che io ho distinto, è quella di sistema misto, ove la luce emana in parte da una verghetta incandescente di carbone, ed in parte da un brevissimo arco voltaico. Comprende questa classe le lampade di *Reynier* e di *Werdermann*.

Il principio è il medesimo in entrambe, ed è semplicissimo (fig. 53): una sottile bacchetta di carbone C tagliata

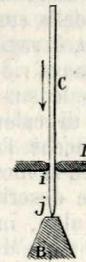


Fig. 53.

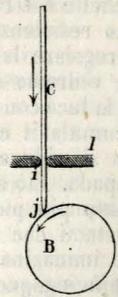


Fig. 54.

in punta *j*, e posta in comunicazione in *i* I col reoforo positivo, premuta costantemente dal peso proprio e del sostegno, o da una molla, o da un contrappeso convenientemente proporzionato, si appoggia leggermente contro la superficie di un grosso blocco di carbone B in comunicazione col reoforo negativo. Al luogo del contatto si forma un minimo arco voltaico ed il carbone positivo si fa incandescente, l'arco e la bacchetta inviano la luce. L'esperienza prova che

molto vicini gli uni agli altri, noi potremmo far passare pei medesimi una linea continua, la quale ci mostrerebbe in un colpo d'occhio l'andamento del fenomeno, la legge del fenomeno, la legge secondo la quale il lavoro meccanico necessario per la produzione di 100 becchi *Carcel* varia col variare della potenza della lampada adoperata. Avendo solamente cinque risultati d'esperienza, rappresentati dai cinque punti R, noi non possiamo determinare la detta legge con precisione: infinite curve diverse potremmo far passare pei medesimi cinque punti R. Ma se non possiamo avere la legge esatta, possiamo però indovinarne la forma; se non possiamo con sicurezza tracciare la vera curva rappresentante la legge, possiamo però indovinarne l'andamento generale, e da questo dedurne utili conseguenze. Basta gettar gli occhi sulla figura per vedere che la linea di cui ci occupiamo deve avere ad un dipresso la forma di quella disegnata.

Esaminiamo questa linea. Vediamo innanzi tutto che allontanandosi dalla retta OY (asse delle ordinate), la linea si abbassa, si avvicina alla retta OX, all'asse delle ascisse. Dunque il lavoro necessario per la produzione di 100 becchi *Carcel* diminuisce col crescere della potenza delle lampade: egli è ciò che già sapevamo. Ma l'esame della curva ci dice anche come questa diminuzione si faccia; un fatto notevolissimo ci si presenta al primo sguardo: la linea è convessa verso l'asse delle ascisse OX, e quindi si abbassa tanto meno rapidamente quanto più la porzione di essa che si considera è lontana dalla retta OY. La conseguenza pratica di questo fatto, è che quando la potenza della lampada adoperata è già molto grande, è piccolo il vantaggio economico che si ricaverebbe aumentando ancora quella potenza; quando invece la potenza della lampada adoperata è piccola, a piccole variazioni della potenza medesima corrispondono variazioni considerevoli del lavoro meccanico necessario per ogni centinaio di becchi, ossia variazioni considerevoli del coefficiente di rendimento in luce. Così, per esempio, si riconosce dal semplice aspetto della nostra figura, che per potenze luminose superiori ad un migliaio di becchi *Carcel*, il lavoro meccanico necessario per la produzione di una data quantità di luce si può considerare come sensibilmente costante, mentre invece per le minori potenze luminose quel lavoro varia rapidissimamente. Così, per esempio, si vede che il lavoro meccanico necessario per produrre 100 becchi *Carcel* mediante due lampade di 50 becchi ciascuna, è circa doppio di quello necessario per produrre i medesimi 100 becchi mediante una lampada sola.

È questa una legge teorica, la quale ha la sua ragione nella natura stessa di ciò che noi diciamo luce e nelle leggi della radiazione dei corpi incandescenti. Come tale essa deve essere indipendente dalle particolarità di costruzione dell'apparecchio col quale si fa la luce elettrica: nessun inventore, con nessun sforzo d'ingegno, può sottrarsi ad essa; ed anche prima di averne una prova sperimentale noi siamo autorizzati a prevederla verificata anche quando invece del regolatore, su cui sperimentò il Tresca, si hanno lampade di altra specie, anche quando si adoperano le nuove lampade.

Il fatto conferma pienamente la nostra previsione, ed io posso mostrarvelo rappresentando graficamente i risultati delle esperienze eseguite coi principali nuovi sistemi. Verificherò così che i punti così trovati vengono tutti a disporsi sopra una linea curva formante una naturale continuazione della R, R, R... che disegnammo già, e che quando non si trovano su questa curva se ne scostano in un senso prevedibile mediante la teoria. Farò questa verifica successivamente pel sistema *Jablochkoff*, pei sistemi ad incandescenza e pel sistema *Werdermann*.

Sistema Jablochkoff. — Stando alle esperienze più attendibili, ed, ultimamente, anche alle dichiarazioni del *Denayrouze*, ingegnere della Società *Jablochkoff*, pare che si debba ritenere come dato medio conveniente, che nell'applicazione fatta a Parigi sulla piazza e sull'*avenue* dell'Opera, ogni candela elettrica producesse la luce di 16 becchi *Carcel*.

La potenza motrice adoperata corrispondeva, in quella applicazione, ad un cavallo per ogni candela; dunque per ciascun centinaio di becchi *Carcel* si consumavano cavalli-

vapore $\frac{100}{16}$ ossia cavalli 6,4. Portiamo nella figura sull'asse

OX l'ascissa 16, e sull'ordinata corrispondente la lunghezza 6,4, e troviamo il punto J. Come vedete il prolungamento più naturale della linea R, R, ... che noi possedevamo già, passa precisamente per questo punto. Per maggior chiarezza si sono disegnati nella fig. 56 i punti corrispondenti alla prima porzione della linea, adottando scale maggiori ed un rapporto diverso fra queste. I punti R, R... ed J si vedono in questa figura congiunti semplicemente con linee rette, in modo da avere un poligono inscritto nella linea curva di cui si tratta.

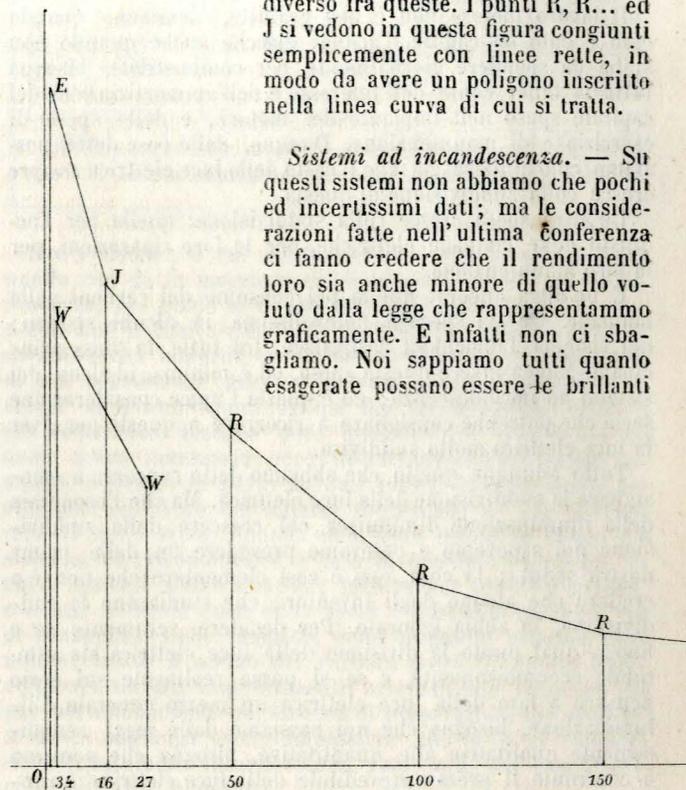


Fig. 56.

notizie che ci vengono sui giornali ordinari dall'America, tanto più quando v'hanno bassi speculatori, i quali non temono di mettere a repentaglio la riputazione del grande inventore, di cui patrocinano la causa, a pro' dei proprii interessi. Ebbene, qual'è la grande notizia che oggi ci si dà dei risultati offerti dal cosiddetto sistema *Edison*? È questa: quattordici lampade ad incandescenza, equivalenti ciascuna a 18 o 20 candele (*candles*), furono attivate con una macchina dinamoelettrica consumante il lavoro di due cavalli-vapore e mezzo. Nessuna fede meritano notizie come queste, le quali sono certamente destinate ad esaltare i meriti del sistema di cui si tratta; ma poichè non ne abbiamo altre più attendibili, registriamo graficamente il risultato asserto. Troviamo così nelle due figure il punto E. La nostra linea, prolungata, passerebbe forse sopra di quel punto, e forse di molto. Ma anche condotta per E essa mantiene l'andamento preveduto.

Il sistema *Werdermann* ubbidisce anch'esso alla legge generale. Esperienze fatte a Londra dimostrarono questo fatto: due lampade di 27 becchi ciascuna consumavano il lavoro di due cavalli-vapore; dieci lampade, ciascuna di 3,4 becchi *Carcel* fatte funzionare insieme, consumavano il medesimo lavoro. Il numero di cavalli-vapore speso per ogni centinaio di becchi *Carcel* era 3,7 nel primo caso e 5,9 nel secondo.

Qui adunque, come sempre, il lavoro motore necessario cresce col diminuire della potenza delle lampade. Ma l'accordo tra l'esperimento e le previsioni della nostra teoria va più oltre.

Le lampade *Werdermann* e le somiglianti, nelle quali la

superficie radiante del piccolo arco voltaico diminuisce col diminuire della potenza della lampada stessa, debbono avere un coefficiente di rendimento, il quale, col diminuire della potenza, diminuisce meno rapidamente di quello delle lampade ordinarie. Orbene, questa previsione, della quale parliamo già, è confermata dal fatto. Se infatti noi rappresentiamo graficamente i risultati delle citate esperienze, troviamo i due punti W, W, i quali sembrano appartenere ad una curva analoga a quella da noi disegnata, ma situata al disotto della medesima.

Il lavoro motore non è mai gratuito, nemmeno quando esso è dato da cadute d'acqua; giacchè anche quando non si ha da spendere giornalmente per combustibile, bisogna tuttavia tener conto dell'interesse e dell'ammortizzazione del capitale speso nell'impianto dei motori, e delle spese di esercizio e di manutenzione. Dunque, dalle cose dette, possiamo concludere già che il costo della luce elettrica *sempre* cresce colla suddivisione di questa.

Un'altra spesa cresce colla suddivisione: quella per l'acquisto delle lampade elettriche, per le loro riparazioni, per la loro manutenzione.

E un'altra ancora: quella pel consumo dei carboni nelle lampade. Questa spesa è notevolissima in alcuni sistemi: nel sistema Jablochhoff costituisce, fra tutte, la spesa principale. Manca invece questa spesa, od è minima, in alcuni dei sistemi ad incandescenza; ed è questa l'unica considerazione seria che potrebbe consigliare a ricorrere a questi per aver la luce elettrica molto suddivisa.

Tutto adunque quello che abbiamo detto concorre a sconsigliare la suddivisione della luce elettrica. Ma che l'economia della illuminazione diminuisca col crescere della suddivisione noi sapevamo e potevamo prevedere fin dalla prima nostra seduta; la cosa anzi è così elementare che non è a credere che alcuno degli inventori, che studiarono la suddivisione, lo abbia ignorato. Per decidere veramente se e fino a qual punto la divisione della luce elettrica sia ottenibile economicamente, e se si possa realmente sul serio pensare a fare della luce elettrica un mezzo generale d'illuminazione, bisogna che noi passiamo dalle leggi semplicemente qualitative alle quantitative, bisogna che poniamo a confronto il prezzo prevedibile della luce elettrica frazionata con quello della luce che oggi abbiamo per mezzo del gas. Egli è ciò che noi proveremo a fare.

Doendo far numeri dobbiamo considerare un caso concreto, ben definito. Immaginiamo adunque di volere illuminare una città. Vi sono diversi modi possibili di disporre gli apparecchi: si può impiantare un unico, grandissimo, motore centrale, o pochi motori di grande potenza, e distribuire il lavoro dato da questi alle macchine d'induzione sparse per la città; oppure si possono impiantare molti motori di piccola potenza, ciascuno dei quali non serve che ad un piccolo numero di macchine d'induzione; oppure finalmente si può adottare un sistema intermedio. Considerando solo le cose nel caso generale, è verosimile che quest'ultimo sistema debba offrire i massimi vantaggi e la massima economia; noi ci riferiremo a questo. Immaginiamo un piccolo quartiere servito da un unico motore, e supponiamo, per fare un caso concreto, che per l'illuminazione di questo quartiere sia necessaria una quantità di luce equivalente a 1000 becchi *Carcel*. Coi numeri di cui abbiamo ragionato finora noi possiamo subito calcolare approssimativamente il lavoro motore che sarà necessario per produrre con uno qualunque dei sistemi d'illuminazione elettrica la luce voluta. Tenendo poi conto, come si può con qualche approssimazione, delle quantità di lavoro consumate nelle trasmissioni, si può calcolare per un dato sistema la potenza del motore che bisognerà impiantare. Si potrà così avere un'idea della spesa d'impianto probabile del motore e delle trasmissioni. Un calcolo sommario si potrà eziandio fare per le spese d'impianto degli apparecchi elettrici e dei conduttori, e quindi si potrà avere un'idea, benchè grossolana, del costo totale d'impianto. Si valuterà allora la quota di ammortizzazione e di interesse di tale spesa, e si aggiungeranno a questa le spese per salarii al personale. Si può ritenere come numero annuo massimo di ore di illumina-

zione per le grandi città 4000, e come medio per le grandi città 3000; accettando, per metterci in condizioni favorevoli per l'illuminazione, questo numero, e dividendo pel medesimo le spese annue di cui si è detto, noi avremo la quotazione oraria per la spesa d'impianto e per salarii. Aggiungendo finalmente a questa quota oraria la spesa oraria per combustibile da bruciarsi nella motrice, quella dell'olio necessario per la lubrificazione dei meccanismi e quella per i carboni che si consumano nelle lampade elettriche, noi otterremo come somma la spesa necessaria per ogni ora di illuminazione, onde produrre i 1000 becchi *Carcel* voluti.

Questi calcoli, fatti coi dati surriferiti per i sistemi *Jablochhoff*, *Edison*, *Werdermann* con lampade equivalenti a becchi *Carcel* 3,4, e *Werdermann* con lampade di 27 becchi *Carcel*, sono riassunti negli specchi seguenti.

Sistema Jablochhoff.

Numero di candele necessarie = 64.

Numero di cavalli-vapore = 64.

Per tener conto delle trasmissioni più lunghe di quelle che si avevano negli esperimenti di Parigi, porremo come potenza motrice necessaria quella di 70 cavalli.

Spese d'impianto. — Motrice di 70 cavalli	L. 50,000
Trasmissioni	» 6,000
Caldaia	» 20,000
Edificio e camino	» 15,000
Apparecchi elettrici calcolati in base ai prezzi indicati nel catalogo della <i>Société générale d'électricité</i> (Lilla, 1878, pag. 23), ammettendo che occorranno 7400 metri di filo	» 71,000

Totale L. 162,000

Spese per ogni ora di illuminazione. — Interesse ed ammortizzazione delle spese d'impianto, valutate nella ragione del 10 % per anno

L. 5,40

Combustibile: 1 ^k/₅ per cavallo e per ora per

3550 ore, a L. 0,04 il kilogr.

» 4,95

Olio per meccanismi e trasmissione

» 3,70

Salarii. Un macchinista a L. 5 al giorno

Un aiutante » 2 »

Un fochista » 4 »

Un aiutante » 2 »

Quattro uomini per le macchine Gramme e per le

lampade. » 8 »

Totale L. 21 al giorno » 2,55

Consumo orario di 64 candele » 32,00

Totale L. 48,60

Sistema Edison.

Numero di cavalli-vapore necessario = 90.

Potenza motrice necessaria, tenendo conto delle trasmissioni necessariamente lunghe $\frac{90}{0,60} = 150$ cavalli.

Spese d'impianto. — Motrice di 150 cavalli	L. 75,000
Trasmissioni, supposte ciascuna di 30 cavalli a 500 metri, a L. 30 il metro	» 15,000
Caldaie	» 35,000
Edificio e camino per la motrice	» 20,000
Cinque macchine d'induzione da 18 cavalli ciascuna	» 52,500
Collocamento in opera delle medesime	» 2,000
Cinquecento lampade a 40 lire ciascuna	» 20,000
Diecimila metri di conduttore, a lire 2	» 20,000
Cinquecento commutatori a lire 5	» 2,500
Adattamento dei fanali	» 5,000
Accessorii ed imprevisti	» 10,000

Totale L. 257,000

Spese per ogni ora di illuminazione. — Ammortizzazione ed interesse della spesa d'impianto . . . L. 8,60

Combustibile: 1^k, 5 per cavallo per 3550 ore a L. 0,04 il kilogr. » 10,06

Olio per la lubrificazione » 7,00

Salarii. Un macchinista a L. 5 al giorno

Un aiutante » 2 »

Un fuochista » 4 »

Due aiutanti » 5 »

Personale per gli apparecchi d'illuminazione e per le macchine d'induzione, 10 uomini a L. 2 » 20 »

Totale L. 36 al giorno. » 4,50

Totale L. 30,16

Sistema Werdermann*con lampade di 3,4 becchi Carcel.*

Numero di cavalli-vapore necessario = 60.

Potenza motrice necessaria, tenuto conto delle trasmissioni = 70 cavalli.

Spese d'impianto. — Motrice, caldaie, trasmissioni, edificio, camino (come Jablochhoff) . . . L. 91,000

Quattro macchine Gramme a L. 10,000 . . . » 40,000

Collocamento in opera delle medesime . . . » 1,600

Trecento lampade a L. 80 (forse) » 24,000

Seimila metri di filo a L. 2 » 12,000

Trecento commutatori a L. 5 » 1,500

Adattamento fanali » 3,000

Accessori ed imprevisti » 7,000

Totale L. 180,100

Spese per ogni ora di illuminazione. — Interesse ed ammortizzazione della spesa d'impianto . . . L. 6,00

Combustibile » 4,95

Olio per la lubrificazione » 3,70

Stipendii ad un macchinista, ad un aiutante, ad un fuochista, al suo aiutante e ad 8 uomini per le macchine magneto-elettriche e per gli apparecchi d'illuminazione » 3,52

Carboni per le lampade, 0^m,05 per lampada, a L. 1,60 il metro » 24,00

Totale L. 42,17

Sistema Werdermann*con lampade di 27 becchi Carcel.*

Numero di cavalli necessario = 37.

Potenza motrice necessaria, tenuto conto delle trasmissioni = 50 cavalli.

Numero delle lampade necessarie = 30.

Spese d'impianto. — Motrice, caldaie, trasmissione, edificio, camino L. 65,000

Tre macchine d'induzione, a L. 10,000 . . . » 30,000

Loro collocamento in opera » 1,500

Trenta lampade a (forse) L. 80 ciascuna . . . » 2,400

Tremila metri di filo, a L. 2 il metro . . . » 6,000

Trenta commutatori, a L. 5 » 150

Adattamento fanali » 3,000

Accessorii ed imprevisti » 5,000

Totale L. 113,050

Spese per ogni ora di illuminazione. — Interesse ed ammortizzazione della spesa d'impianto . . . L. 3,75

Combustibile per la motrice » 3,55

Olio per la lubrificazione dei meccanismi . . . » 2,65

Salarii ad 1 macchinista, 1 fuochista, 2 aiutanti ed a 4 uomini per gli apparecchi elettrici, L. 21 al giorno » 2,55

Carboni per le lampade, 0^m,065 per lampada, a L. 1,60 il metro » 3,20

Totale L. 15,70

I risultati dei calcoli precedenti sono riassunti nel seguente specchio:

Denominazione delle Spese	Jablochhoff	Incandescenza (Edison)	Werdermann	
			con lampade di 3, 4 Carcel	con lampade di 27 Carcel
Interesse ed ammortizzazione delle spese d'impianto . . L.	5,40	8,60	6,00	3,75
Combustibile per la motrice »	4,95	10,06	4,95	3,55
Lubrificazione »	3,70	7,00	3,70	2,65
Salarii »	2,55	4,50	3,52	2,55
Consumo dei carboni nelle lampade »	32,00	—	24,00	3,20
Costo orario totale L.	48,60	30,16	42,17	15,70

Fra i sistemi, a cui si riferiscono i calcoli qui riassunti, quello che dà la maggiore suddivisione è quello ad incandescenza, nel quale si hanno lampade equivalenti ciascuna a soli due becchi a gas, e se si esclude il sistema di *Werdermann* con lampade di 27 becchi, il quale, a rigore, non si può considerare come un sistema a luce suddivisa, il sistema ad incandescenza risulta dai nostri calcoli anche il più economico. Bisogna però osservare: 1° Che il calcolo della spesa necessaria per l'illuminazione con questo sistema, è basato in parte su dati incerti e sicuramente errati tutti in favore del sistema medesimo; 2° Che il risultato da noi trovato, quando non fosse errato in favore del sistema, corrisponderebbe a tutta la massima economia, di cui il sistema stesso è capace, mentre per gli altri sistemi, ove una notevole parte della spesa è dovuta ai carboni, che si consumano nelle lampade, sono possibili ulteriori economie; infatti il prezzo dei carboni potrà diminuire notevolmente sia per miglioramenti arrecati alle lampade, sia per perfezionamenti nel sistema di preparazione dei carboni. A ciò si aggiunga essere impossibile che nulla si consumi nelle lampade ad incandescenza, come noi, nel fare il calcolo, abbiamo supposto.

Ora vediamo: il sistema che dai nostri calcoli risultò più economico, quello ad incandescenza, può convenire nella pratica? Il costo di 30 lire per ora e per ogni migliaio di becchi *Carcel*, che noi abbiamo trovato, paragonato con quello della illuminazione a gas, è un prezzo accettabile? È facile rispondere: Questa luce di 1000 becchi *Carcel* ci può essere data da 105 metri cubi di gas bruciati in ogni ora, i quali costerebbero a Torino 27 lire e 30 centesimi.

In questo prezzo di 27 lire e 30 centesimi, sono comprese non solo le spese di produzione, ma anche le spese di amministrazione ed i dividendi della società, somme queste che non furono valutate nei calcoli riassunti dalla precedente tabella.

V'ha di più: ordinariamente dopo la mezzanotte nelle strade della città si spegne una parte dei lumi; se l'illuminazione è allora fatta col gas, tutto il gaz corrispondente ai becchi spenti è risparmiato; ma non sarebbe risparmiata tutta la forza motrice corrispondente ai lumi spenti quando l'illuminazione fosse fatta coll'elettricità. Il gas permette una suddivisione della luce, doppia di quella del sistema ad incandescenza, e ciò, come dissimo già, reca seco una migliore utilizzazione della luce, e quindi una economia. Finalmente, non v'ha dubbio, che l'illuminazione col gas si fa con apparecchi notevolmente più semplici di quelli voluti dal più semplice dei sistemi elettrici.

Fra tutti i sistemi dei quali ci siamo occupati, quello che, secondo le risultanze dello specchio precedente fa, in quanto all'economia, la peggiore figura, è quello di *Jablochhoff*; e che così debba essere fu provato dall'esperienza. La Commissione municipale di Parigi, che eseguì sull'impianto della Piazza e dell'*Avenue* dell'Opera, le esperienze più attendibili che si posseggano, concluse asserendo che il prezzo della luce data dalle candele *Jablochhoff* sta a quello

della luce data dal gas come 73 sta a 23. Una gara si è stabilita a Parigi tra la *Société générale d'électricité*, concessionaria delle private *Jablochkoff*, e la Compagnia del gas, una lotta per l'esistenza: Nella strada *Quattro settembre* 62 lanterne di nuovo modello furono installate dalla Compagnia del gas. Queste lanterne hanno ciascheduna 6 fiamme a gas, e proiettano una luce di 13 becchi *Carcel*; in tutto adunque esse danno 806 becchi *Carcel*. La spesa oraria dicono che sia di lire 11,40; il che equivarrebbe per 1000 becchi a 14 lire. Vedete che anche facendo una tara a questi numeri, il confronto col sistema *Jablochkoff* riesce tutto a danno di questo. S'aggiunga che in grazia della maggior suddivisione la luce della via *Quattro settembre* è meglio distribuita che in quelle ove funzionano le candele elettriche.

Queste sono le condizioni economiche del sistema *Jablochkoff*, ed erano forse prevedibili. Ma ho il dovere di ripeterlo: noi avremmo torto se per questo dimenticassimo i meriti incontestabili che il sistema ha per la novità degli apparecchi, e l'importanza che esso conserverà sempre come tipo di una classe nuova di congegni, e come un congegno esso stesso che, in casi speciali, potrà prestare moltissimi servizi.

Fra poco si metterà in prova a Parigi l'altro sistema: quello di *Werdermann*. Noi possiamo prevedere fin d'ora i risultati che si otterranno. Per riguardo all'economia le prove daranno risultati migliori di quelle che offre il sistema *Jablochkoff*, ma ad una condizione: che non si cerchi di suddividere la luce più di quello che si fosse fatto coll'altro sistema. Una moderata illuminazione costerà col sistema *Werdermann* sempre più che col gas; una illuminazione molto sfarzosa potrà forse costar meno. Il sistema è fra tutti il più razionale; ma per poter permettere la suddivisione ha il torto di avere lampade ove v'ha un carbone costoso, che si consuma. Io vedo nella lampada *Werdermann* un regolatore di estrema semplicità, che funzionerà bene e che si adopererà con vantaggio in quegli stabilimenti industriali ove l'illuminazione elettrica richiederebbe l'uso di regolatori di potenza inferiore od uguale a 50 becchi *Carcel*; vedo un regolatore che in casi speciali potrà sostituire con vantaggio gli apparecchi antichi per illuminare con centri radianti di 30 a 40 *Carcel* sale di filature, di opifici di tessitura, cartiere, magazzini, e forse anche sale di ritrovo, locali da caffè, giardini, o in generale quegli spazii ove la luce elettrica è consigliabile o per la bianchezza, o per dare poco calore oscuro, o per non dare fumo. In tali casi noi vedremo la lampada del *Werdermann* diffondersi certamente. Ma sulle strade e sulle pubbliche piazze? Parleranno su ciò gli esperimenti di Parigi; ma in ogni caso non potrà mai essere che l'illuminazione col sistema *Werdermann* venga a rimpiazzare quella fatta col gas per ragione d'economia, ma solo potrà sostituirvisi per lusso.

Riassumo e concludo:

1° La luce elettrica offre una grande economia nei fari, ove il migliore sistema, ed anzi l'unico finora, è quello primitivo col regolatore. L'economia è grandissima: si riduce a circa un ottavo la spesa oraria dell'illuminazione e si riduce spesso sensibilmente anche la spesa d'impianto.

2° La luce elettrica ottenuta col metodo primitivo dei regolatori, può convenire in quegli opifici ove si hanno vasti locali così disposti da poter essere illuminati da pochi centri di luce di potenza non minore di 100 becchi *Carcel*. L'economia è notevole se nell'opificio si ha la forza motrice sovrabbondante così che non sia necessario provvedere un motore apposito per far agire le macchine di induzione; essa sarebbe notevolissima se, essendo l'opificio lontano dalle città, la illuminazione a gas non vi si potesse fare se non con la costruzione di un gazometro speciale, che costerebbe assai più che l'impianto elettrico completo.

3° In questo caso speciale possono convenire ancora regolatori di piccola potenza: di 50 becchi normali o meno. Ma allora, quando non si possano adoperare lampade più potenti, si sostituirà con vantaggio ai regolatori ordinari quello di *Werdermann* o qualche altro somigliante.

4° Per la illuminazione delle città è poco probabile che

si trovi conveniente adottare la luce elettrica suddivisa; e quindi le lampade elettriche ad incandescenza hanno poca o nessuna probabilità di trovare applicazione. Nelle case private è, per ora, ancor meno probabile che la luce elettrica venga ad introdursi, giacché per questo caso alla considerazione della poca economia, devesi aggiungere l'altra, essere assai raro il caso che ad una famiglia possa convenire di sottomettersi al disturbo di avere in casa una macchina motrice pel solo scopo di illuminare i propri appartamenti.

5° La illuminazione elettrica delle pubbliche strade non rimpiazzerà quella data dal gas, se non quando nelle popolazioni il desiderio di una illuminazione notevolmente più ricca dell'attuale si sia fatto *bisogno*. Allora il sistema, che, fra gli attuali, avrà la maggior probabilità di essere adoperato è quello di *Werdermann* o qualche altro somigliante.

6° Fin d'ora v'hanno casi nei quali non solo può convenire la illuminazione elettrica, ma possono essere consigliabili anche i sistemi meno economici, come per es. quello di *Jablochkoff* o simili. Sono questi i casi di luoghi di riunioni numerose, di luoghi di divertimenti, di locali da caffè, di giardini, di teatri, di scuole serali di disegno, di esposizioni artistiche. In tutti questi casi potrà convenire andare incontro ad una spesa maggiore di quella che sarebbe necessaria coi sistemi attuali per raggiungere altri scopi, come sono avere una illuminazione brillante, avere una luce accompagnata da una minore quantità di calore oscuro, avere molta luce senza inquinare l'aria dei locali coi prodotti della combustione delle fiamme, avere una luce bianca, che permetta di distinguere i colori come alla luce del sole, evitare il fumo che guasta le decorazioni.

Voglio accompagnare queste conclusioni, che possono essere erronee, ma che sono dettate da profonda convinzione, con due osservazioni. La prima osservazione si riferisce allo stato presente, nel quale non sentendosi il bisogno di una illuminazione delle città notevolmente più sfarzosa di quella che abbiamo col gas, non può convenire la luce elettrica applicata all'illuminazione pubblica. L'altra osservazione riguarda il caso opposto, e si riferisce a quel tempo, che forse verrà, nel quale sentendosi il bisogno di una illuminazione pubblica notevolmente più ricca dell'attuale, potrà convenire ricorrere alla luce elettrica.

La prima osservazione è questa: Pare a me, che il problema della suddivisione indefinita della luce elettrica, che si cerca risolvere per sostituire l'illuminazione elettrica a quella che attualmente è fatta col gas, non abbia ragione di essere proposto. E infatti, perchè mai si parla di illuminazione elettrica? perchè la si desidera? Perchè si lavora tanto per ottenerla? Egli è perchè essa è bella e piace, perchè il suo splendore ha fatto nascere l'idea che la fumosa fiamma del gas non sia la più perfetta sorgente di luce che si possa immaginare, e che essa non debba essere l'unica dell'avvenire. Ma perchè è bella la luce elettrica? perchè è intensa e bianca; ed è intensa e bianca perchè è irradiata da un centro ad alta temperatura, da un centro potente, perchè non è suddivisa. Ma dividete la luce elettrica, fatela per esempio emanare da tante piccole spirali roventi, ed avrete una luce roanante di tutte le proprietà che ammiravate nella luce elettrica, e che forse sarà meno bella di quella del gas.

La seconda osservazione è quest'altra: Quello, che pare non sia per verificarsi adesso, potrà verificarsi in un avvenire forse non lontano, e sulle pubbliche strade i nostri figli potranno vedere applicata regolarmente, universalmente, la luce elettrica *non suddivisa*. Quando essi vi si saranno abituati, non tollereranno più la luce del gas, come noi non tollereremo più quella degli antichi fanali ad olio. I nostri figli avranno un bisogno di più, che noi non abbiamo ancora, come noi abbiamo molti bisogni ai quali i padri nostri non potevano pensare. — È questa, noi lo sappiamo, la legge naturale del PROGRESSO. — E succederà, come sempre, che il progresso potrà recar danni ad alcune classi di persone, e turbamenti di molti interessi; ma dopo, definitivamente, si vedrà che esso avrà migliorato l'esistenza dell'uomo e l'uomo stesso, mentre i mali ed i turbamenti saranno stati passeggeri. Venendo al caso concreto io dico:

Quello che per ora non può essere per le società del gas altro che un falso allarme dovuto ad illusioni di alcuni ed a colpevoli giuochi di altri, diventerà un giorno o l'altro possibile: la luce elettrica subentrerà sulle pubbliche strade a quella del gas. Ma sarà forse questo il segno di una completa rovina per l'industria del gas? Forse che diventerà inutile la fabbricazione di questa sostanza? Io credo che no. Innanzi tutto il gas costituirà forse sempre l'unico mezzo di illuminazione domestica; ed in secondo luogo si moltiplicheranno, appunto perchè si avrà bisogno di lavoro motore per la luce elettrica, si moltiplicheranno, dico, le piccole motrici a gas: e se il gas non darà la luce direttamente ardendo nelle lampade, la darà indirettamente ardendo nel cilindro delle macchine motrici. E poichè mi sono lasciato condurre a queste considerazioni, finirò con una osservazione che riguarda particolarmente il nostro paese: Per noi Italiani, che non abbiamo il *boghead* se non a carissimo prezzo dagli stranieri, e che allora potremo servirci di un gas che potrà aversi, meno luminoso, ma egualmente buono come semplice combustibile, mediante combustibili di minor valore, questo, che dovremo alla illuminazione elettrica, costituirà un grande guadagno.

IDRAULICA FLUVIALE

LA DIFESA DELLE ARGINATURE E LE ROTTE DEI FIUMI.

LETTERA dell'Ing. ALESSANDRO FERRETTI.

Egregio Signor Direttore,

Ebbi già occasione di esporre alla Reale Accademia di Mantova, in due successive conferenze (15 giugno e 13 luglio p. p.), una serie di osservazioni sui pericoli che presentano le arginature e sui modi di evitarli, raccolte nella luttuosa circostanza della piena dello scorso giugno; ed ora mi propongo di far note alla S. V. le mie conclusioni che sarei felicissimo di vedere presentate ai lettori del suo importante periodico, e per l'autorità incontestata del medesimo, ed anche perchè, qualunque fosse il giudizio che la direzione avesse a portare sulle mie proposte, sarebbe sempre molto caro a noi abitanti le riviere del basso Po, che le città, le quali occupano una posizione più fortunata sullo stesso fiume, come la gentile Torino, si ricordassero dei nostri pericoli e delle nostre disgrazie, e ci aiutassero a sciogliere il grave problema di difenderci contro le rotte troppo frequenti e troppo devastatrici.

La disgraziata esperienza di quest'anno è venuta purtroppo a confermare una volta più che le piene dei fiumi da qualche tempo crescono di frequenza, di durata e d'intensità. E le arginature, che sono l'unico rimedio per tenere in obbedienza le acque dei fiumi, di fronte allo sforzo maggiore che devono sopportare, si mostrano deboli da per tutto e insufficienti. I pericoli incorsi, numerosissimi, e la catastrofe avvenuta ci devono assolutamente persuadere che tali arginature hanno bisogno di essere rinforzate in modo solido e radicale, non soltanto nei punti, che sono già molti, dove maggiormente sono state minacciate, ma in tutta la loro lunghezza. Non è questione di rattappare alla meglio, come si è sempre fatto, un abito sdruscito, ma si tratta di rinforzare opportunamente tutto il sistema di difesa dei nostri fiumi. In proporzione che aumenta il pericolo, dobbiamo aumentare anche il riparo.

All'epoca delle piene è una lotta corpo a corpo che noi dobbiamo combattere contro la forza delle acque. Noi dobbiamo trascurare i lavori dei campi, pagare la mano d'opera a prezzi esorbitanti, vivere in una continua trepidanza, e molte volte subire la rovina e la distruzione dei prodotti dei campi, perchè, se si combatte sempre, sempre non si vince. In queste occasioni si sciupano immensi capitali, si trascurano moltissimi interessi, esponendoci a danni incalcolabili, mentre con saggia previdenza si potrebbe tutto ciò a tempo prevenire e impedire tante disgrazie.

Prevenire vuol dire togliere le cagioni del male. E quali sono le cause che mettono a così dura prova la solidità dei nostri argini, per cui non possono resistere al peso delle acque, che riescono a squarciare le proprie difese? L'osservazione ha dimostrato che le cause, le quali possono produrre la rottura di un argine sono le seguenti: tracimazione, corrosione, strisciamento e filtrazioni.

Nella piena del 1872, per l'improvviso alzarsi delle acque ad un livello non mai raggiunto prima di quel tempo, ebbe luogo per lunghissimi tratti delle arginature del Po e dei suoi confluenti un generale traguazzo delle acque, e la rotta di Revere di quell'anno è dovuta a questa causa. Ma la triste esperienza di questa piena ha portato un sufficiente aumento del corpo arginale, dove era più urgente il bisogno, e nella parte rimanente esistono ancora i soprassuoli costruiti durante quella piena memoranda.

Nella piena attuale non si è presentato neanche un caso di tracimazione e sembra assicurato che in breve tempo tutte quante le arginature di Po saranno completamente rialzate.

Per questo motivo adunque possiamo essere perfettamente tranquilli, perocchè una saggia previdenza, basata sull'osservazione dell'ultima massima piena, alzando opportunamente l'altezza delle arginature, ci può sempre mettere al riparo di questo gravissimo pericolo.

Le corrosioni sul petto dell'argine per effetto della forza escavatrice della corrente, e nella piena passata e nella piena attuale, hanno presentato dei casi molto pericolosi. Ma anche qui una difesa preventiva, per quanto dispendiosa, è però di sicurissimo effetto. Gli argini in froldo soggetti alla corrosione sono già noti, e la difesa frontale di berma di buzzoni ed antipetto di scaglie fu già con buon esito praticata in molti punti battuti dalla corrente del fiume, e in molti altri gli è ad augurarsi che lo sia nel più breve tempo possibile, quando non sia possibile abbandonare il froldo e costruire degli argini interni difesi dalla golena.

Specialmente lungo le arginature dei confluenti di Po, abbiamo avuto quest'anno diversi casi di strisciamenti dell'intero corpo arginale. È specialmente notevole quello della Virgiliana sulla destra del basso Mincio, che fu opportunamente riparato con un ingegnoso lavoro di rinfianco; quello della Garolda, sulla sua sinistra, che pare un miracolo che si sia potuto difendere ed evitare la rotta; e quello dell'argine destro di Crostolo sopra Guastalla, che si è messo in equilibrio da sè, allargando naturalmente la sua base verso campagna. Da un esame attento di tutte le arginature del Mantovano, dove si hanno avute minacce di strisciamenti, ho fatto l'osservazione che questo pericolo non si manifesta che in arginature di sproporzionata altezza, le quali non sono muniti del rinforzo di una banca o di una scarpa a larga base. Un argine non si può dire ben costituito e di buone ed armoniche proporzioni, se non quando presenta una larghezza sulla sua sede quattro o cinque volte maggiore dell'altezza.

I casi di strisciamenti accennati sono tutti avvenuti in argini in cui la larghezza della base non è che tre volte maggiore dell'altezza. Si può ammettere perciò in via assoluta che per impedire gli strisciamenti basta dare al corpo arginale la necessaria proporzione fra la larghezza e l'altezza, che non deve mai essere minore di 4:1, compresi la banca e la sottobanca. Ecco adunque che anche gli strisciamenti si possono a tempo prevenire, aumentando opportunamente le dimensioni orizzontali dell'arginatura.

Ma un'altra causa molto più generale delle rotte degli argini, consiste nel trapelamento dell'acqua sotto il corpo arginale, che si manifesta con effetti diversi e di varia intensità, sia con semplici filtrazioni d'acqua limpida lungo la base dell'argine, sia con fontanazzi o sifoni, con o senza trasporto di terra. E se le semplici filtrazioni sono causa del gravissimo inconveniente dell'allargamento interno per sorgiva, i fontanazzi, se non sono combattuti a tempo, producono molto frequentemente la rottura dell'argine stesso.

Nella piena attuale, per le filtrazioni che si sono manifestate copiosissime al piede delle arginature, i terreni interni costeggianti le arginature furono tutti sommersi dalle acque per questa ragione, ed ebbero a perdersi quasi in-

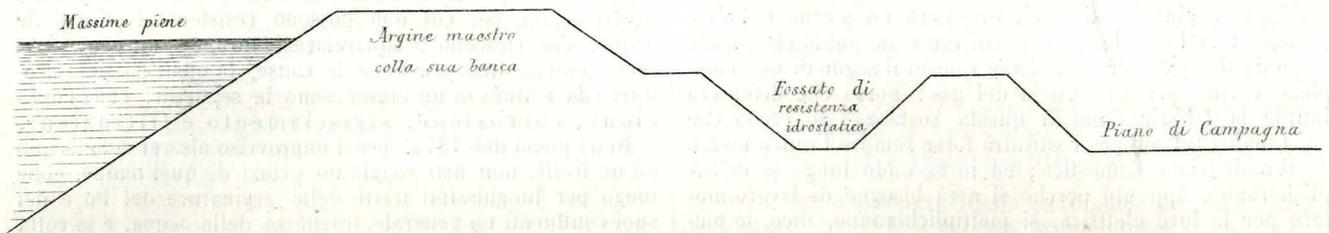


Fig. 57.

teramente i raccolti. E la rotta di Borgofranco che ha allagato ben 30 mila ettari di ubertose campagne, è avvenuta in seguito ad un fontanazzo, che non è altro che un modo di manifestarsi delle filtrazioni con maggiore intensità e violenza.

Nessuno può dubitare che se si impediscono le filtrazioni, la solidità degli argini viene immensamente accresciuta. Arrestiamo adunque le filtrazioni. Facciamo degli argini, se possibile, impermeabili, o tali almeno che l'acqua non vi circoli sotto, producendo il fatale effetto di distaccare l'intero corpo dell'arginatura dal terreno su cui riposa e sul quale deve aderire.

Quando sia possibile costruire l'argine con buona argilla, ed esso sia opportunamente rinforzato con banche e sottobanche di conveniente larghezza, e il sottofondo su cui riposa sia un terreno di omogenea stratificazione e impermeabile all'acqua, la difesa e solidità delle arginature è pienamente assicurata. Se non vi sono difetti nella struttura del corpo arginale, si può essere matematicamente sicuri che la sua resistenza è di gran lunga superiore a quella necessaria.

Ma queste condizioni favorevoli non sempre si possono verificare. Avviene anzi molte volte che il terreno di cui l'argine è costituito, non presenta una consistenza sicura alla permeabilità dell'acqua, e più spesso ancora avviene che il corpo arginale è basato sopra un terreno o paludoso o siliceo, il quale viene dall'acqua facilmente attraversato. Aumentando le dimensioni orizzontali dell'argine, si possono togliere le filtrazioni che avvengono nel corpo arginale, non già quelle che si insinuano nel sottosuolo, le quali non fanno altro che manifestarsi più lontano.

Su questo fatto l'osservazione dell'ultima piena non ci lascia alcun dubbio. Non sono pochi i punti, nei quali già nel 1868 e nel 1872 si sono manifestate abbondantissime e pericolose le filtrazioni per la permeabilità del sottosuolo, e nei quali si è cercato di rimediarvi protraendo verso campagna la banca dell'argine e costruendo larghi spalloni di sottobanca. E per questo non si sono arrestate le filtrazioni, le quali si sono mostrate più innanzi, al piede della sottobanca, egualmente abbondanti ed egualmente pericolose. Rinforzando il corpo arginale non si fa altro, per così dire,

che chiudere le finestre lasciando aperta la porta; e la difesa diventa inutile ed insufficiente.

Io ho pensato ad un sistema di difendersi contro le filtrazioni, che consiste nel fare in modo che sian messe in equilibrio naturalmente. Si tratta di predisporre le cose in modo che le filtrazioni stesse non potendo essere impedito, sieno regolate opportunamente e condotte a trovare il loro equilibrio in un bacino di contrappeso. Si tratta, in una parola, di applicare in via preventiva il comune artificio che viene praticato per combattere ed arrestare le filtrazioni quando si presentano.

A quest'effetto io ho proposto di costruire, partendo dal piede dell'arginatura verso campagna, e parallelamente alla medesima, un piccolo contrargine, di circa 3 metri d'altezza, e lo spazio interposto fra il contrargine e l'argine maestro sarebbe come un lungo fossato destinato a ricevere l'acqua, per mezzo di opportune chiaviche, dei canali di scolo, per combattere le filtrazioni colla contropressione idrostatica. Questo fossato è diviso, di 50 in 50 metri, in altrettanti bacini comunicanti con chiaviche a paratoie, nei quali, se si manifestano dei fontanazzi, trovasi già predisposto il lavoro di difesa del circondamento. Se si incontrano dei fabbricati vicinissimi all'argine maestro, e non convenga il demolirli, il nuovo contrargine vi gira intorno, e per non allagare tutto lo spazio dell'abitato, si difende con un secondo arginello interno, che si raccorda coll'argine maestro. Nello spazio intercluso fra questo arginello e l'argine maestro non vi devono essere pozzi e non si devono permettere incisioni sul terreno, il quale sarà mantenuto a prato e ben battuto.

La fig. 57 indica in modo soltanto dimostrativo una tale semplicissima disposizione, in cui si vede che il contrargine è sostituito alla controbanca, di cui si ottiene lo stesso effetto per la solidità dell'arginatura; ed oltre a ciò si raggiungono due risultati importantissimi. Primieramente le acque di filtrazione che passano abbondantemente sotto il letto delle arginature, e si raccolgono in rigagnoli che vanno ad allagare le circostanti campagne quando lo scolo è impedito e piove continuamente, sono arrestate nel fossato di resistenza, e le campagne stesse interamente liberate da un danno tanto considerevole. In secondo luogo, per il contrappeso del-

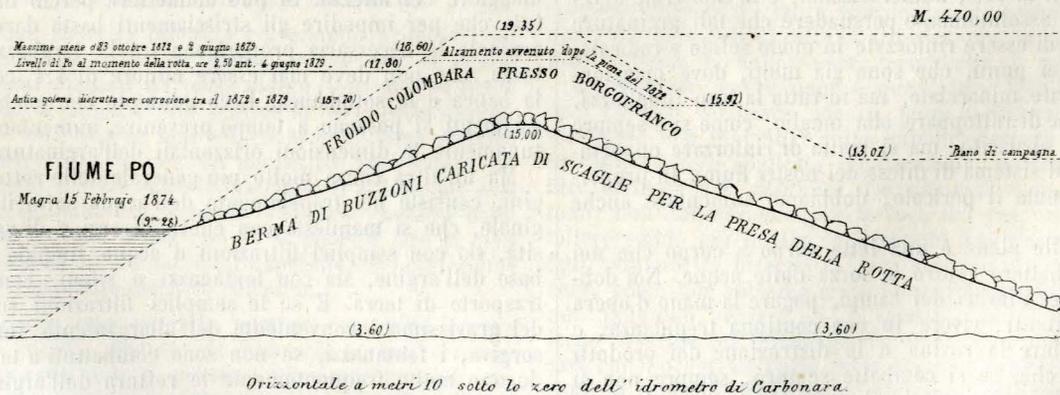


Fig. 58. (Scala di 0m 0025 p. metro).

l'acqua del fossato, si viene ad impedire il manifestarsi di fontanazzi, che sono così spesso la causa di rotte disastrose.

Si possono fare due obiezioni. L'altezza d'acqua nel fossato di resistenza è sufficiente per combattere un fontanazzo? E non potrebbe darsi che il fontanazzo avesse a manifestarsi egualmente al di là del contrargine di difesa?

Ho stabilito l'altezza del contrargine a tre metri sul piano di campagna, perchè ho trovato che quest'altezza è più che sufficiente nelle condizioni delle arginature del basso Po a mantenere nel bacino di resistenza il livello d'acqua opportuno per impedire i fontanazzi. In un centinaio di sifoni che ho visitato lungo tutte le arginature di Po e de' suoi confluenti, ho trovato che col contrappeso di un metro di acqua si è riuscito quasi sempre, coll'aiuto di uno sfioratore, a togliere ogni pericolo.

I fontanazzi più attivi e più pericolosi, quelli di Cicognara presso Viadana, furono domati con due metri d'acqua, e quelli di Santa Mostrola presso Revere con un metro e mezzo. Introducendo perciò due metri d'acqua nel fossato di resistenza, e chiudendo le chiaviche dei singoli bacini, si può essere sicuri che un fontanazzo è già morto prima che si manifesti, e vi resta ancora un metro di franco, per cui si può formare un maggior contrappeso.

Gli è vero che in alcuni casi si manifestarono dei fontanazzi anche a notevoli distanze dall'argine maestro. Ma questo non è più possibile quando si è costruito il contrargine, espurgandone opportunamente la sede dalle deposizioni di sabbia. E la presenza del fossato di resistenza col dare alle fibrazioni un primo e più facile sfogo, non è certo senza influenza nell'evitarne altri più lontani e nel dare un diverso andamento alle acque stesse.

Volendosi avere una norma per determinare praticamente nei diversi casi l'altezza dell'acqua nel fossato di resistenza, basti osservare, che se per es. nel fossato di resistenza vi fosse un'altezza d'acqua di 2 metri, è evidente che le filtrazioni del fiume sarebbero almeno ridotte come se il livello di massima piena si fosse abbassato di due metri. Epperò bisognerà in ogni caso notare a quale altezza di piena cominciano a presentarsi le filtrazioni, e quale differenza ci sia da quest'altezza al limite massimo di piena. Tale differenza che nel caso pratico non arriverà mai a due metri, rappresenterà l'altezza d'acqua che deve raggiungere il fossato di resistenza perchè le filtrazioni sieno arrestate.

Si può adunque essere sicuri che col semplice artificio del contrargine e del fossato di resistenza, si possono salvare estensioni grandissime di terreno dal danno delle sorgive e togliere un pericolo gravissimo che produce spesso le rotte degli argini. Non è necessario che andiamo a cercare degli esempi di rotte registrate nella storia dell'idraulica, per dimostrare come sono frequentemente prodotte dai fontanazzi. La rotta del 4 giugno p. p. sull'argine destro del Po presso Borgofranco, è avvenuta per un sifone, che non

potè essere a tempo combattuto con opportuno circondamento. Se un lavoro preventivo avesse apparecchiato, al sifone che ha squarciato l'argine di Borgofranco, il suo bacino di contrappeso, non è egli vero che si sarebbe evitato così grande disastro?

I lavori di espurgo che si eseguono ora sulla sede di posa della nuova coronella, per l'interclusione definitiva della rotta, stanno per dimostrare chiaramente la qualità del sottosuolo e la facilità grandissima con cui avvengono le filtrazioni. La nuova coronella va a congiungere l'argine in golena di Bonizzo coll'argine in golena di Borgofranco, per uno sviluppo di metri 1991,80 e viene così a sopprimere il froldo Colombara, la di cui armatura frontale servirà opportunamente a difendere la nuova golena.

La sezione annessa (fig. 58 e 59) rappresenta l'antico froldo Colombara, fra il segnale di guardia 279 e 280, dove è avvenuta la rotta, colla berma di buzzoni che vi si è impiantata fra il 20 giugno e il 12 luglio p. p., per una prima presa della rotta, che aveva assunta la larghezza di metri 220,00, mentre si dava opera contemporaneamente alla costruzione dell'arginello interclusorio verso campagna, che è stato incorporato nell'argine definitivo della coronella.

Si vede nella sezione, sotto lo strato di sabbia depositato dalle acque della rotta, l'antico piano di campagna, che nasconde alla profondità di circa 60 centimetri un banco di sabbia dello spessore da m. 1,00 a m. 1,60. La sabbia è stratificata sopra una seconda alluvione argillosa, sotto alla quale, a profondità variabile, si riscontra della nuova sabbia. In tali condizioni di sottosuolo è quasi impossibile che le filtrazioni si possano arrestare, perchè nulla vi ha che più le favorisca delle alternate stratificazioni silicee ed argillose, ed oltre a ciò l'espurgo del sottosuolo diventa difficilissimo e molto costoso.

In base a queste considerazioni, in unione all'egregio mio amico ingegnere Ugo Arrivabene, che fu già direttore dei lavori di chiusa della rotta dei Ronchi del 1872, io ho presentato all'on. Baccarini, Ministro dei Lavori Pubblici, in occasione della sua visita delle arginature di Po, un progetto di applicazione della controdifesa idrostatica delle filtrazioni, che avrebbe importato la spesa, come da perizia annessa, di L. 62,470.00. Nella sezione unita è rappresentato il contrargine, secondo questo progetto, il quale avrebbe permesso di trattenere le filtrazioni all'unghia dell'argine nuovo, coll'equilibrio della contropressione. Ma erano già iniziati i lavori di espurgo della sede dell'argine nuovo, e questo ha impedito che si facesse la proposta applicazione, sebbene in tale circostanza sarebbe stata opportunissima.

I lavori di espurgo sotto la base dell'argine possono rendere più difficili le filtrazioni, ma non riesciranno a toglierle del tutto, imperocchè anche i diaframmi di buona terra vanno a poggiarsi sopra un fondo siliceo, suscettibile ad essere attraversato dall'acqua. Oltre a ciò questo lavoro di fondazione ritarda notevolmente la costruzione dell'argine, che se

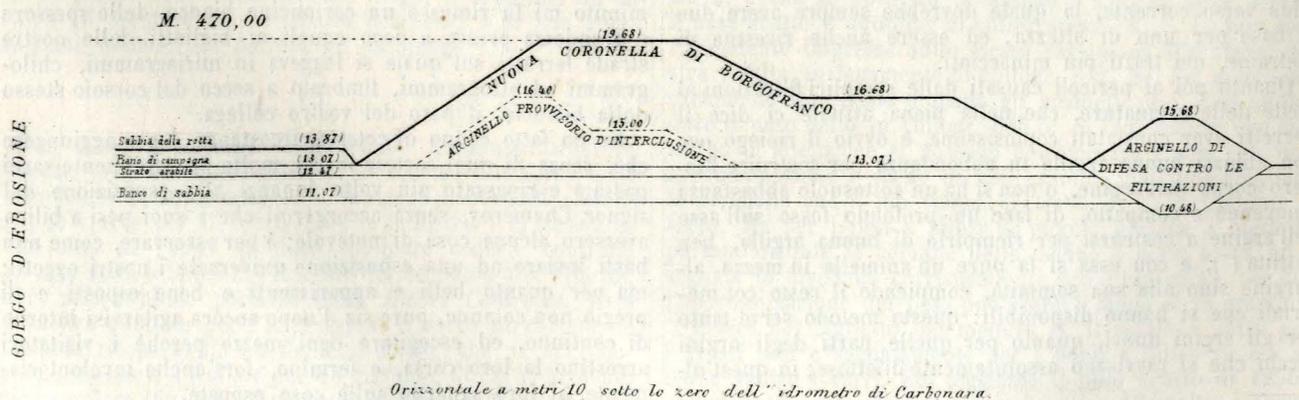


Fig. 59 (continuazione della fig. 58).

colla stagione attuale di insistente siccità non è di nessun danno, in circostanze diverse potrebbe arrecare gravissime conseguenze. E finalmente codesti lavori sono di gran lunga più dispendiosi, tantochè sulla nuova coronella procureranno un dispendio maggiore di ben oltre un centinaio di mila lire, invece di sessanta mila circa, come era stato progettato. Ma l'applicazione del contrargine per la difesa delle filtrazioni, è di una importanza ancora maggiore nel caso di antiche arginature soggette alle filtrazioni. L'abbondanza delle sorgive e la innumerevole quantità di fontanazzi, piccoli e grandi, su estesissimi tratti d'argini, ci devono pure avvertire che vi ha un'infinità di piccole strade aperte alle acque, le quali non sono altro che rotte già preparate per l'avvenire. Non ci sono che due rimedi: o rifare di nuovo tutta intiera l'arginatura, o trattenere con un nuovo contrargine, di una spesa molto minore, le acque di filtrazione, affinché circolando sotto il letto dell'argine non abbiano a portar via della nuova terra, od allargare sempre più i cunicoli di comunicazione, minando l'argine sotto alla sua base. Tutti gli espedienti che fino ad ora si sono praticati non risolvono la vera questione, non riescono mai a togliere all'acqua, che s'insinua filtrando sotto l'argine, la facoltà di corrodere l'interno stesso dell'arginatura e di scaltarne le fondamenta.

I nuovi imbancamenti e gli espurghi possono servire a chiudere in un qualche modo la bocca di queste sotterranee gallerie, ma non impediscono all'acqua di avere la naturale pressione per attraversare a sifone l'interposto diaframma, o di riescire a trovare nuove vie per dare origine a dei nuovi fontanazzi. La contropinta idrostatica è l'unico mezzo, di facile e pratica applicazione, per impedire tali disastrosi effetti.

Romanore, presso Mantova.

Ing. ALESSANDRO FERRETTI.

Abbiamo volentieri aderito al desiderio dell'egregio Ferretti pubblicando la sua lettera. E non volendoci limitare al nostro solo apprezzamento, abbiamo pure voluto consultare in proposito persone, le quali hanno avuto occasione di osservare per lunga serie d'anni simili disgrazie in grandi e piccole proporzioni, e le quali non dissentono dal riconoscere in massima il merito della proposta Ferretti.

Si è tutti d'accordo coll'autore sulla necessità del rinforzare le arginature là ov'è maggiore il pericolo. Ma non è men vero che sovente dovendosi prevenire, una rappezzatura fatta bene e presto potrebbe anche valere meglio di un lavoro nuovo e tardo. Del resto ammettiamo benissimo che ad impedire lo scorrimento dell'intero corpo di un argine sia necessaria una base non mai minore di quattro volte l'altezza dell'argine stesso, compresovi la banca e la sotto-banca. Soltanto osserviamo esservi fra gli ingegneri troppo generale tendenza a prolungare la sola falda verso campagna, ed a dimenticare che la causa prima e spesso inavvertita d'ogni danno è quasi sempre un principio di corrosione della falda verso corrente, la quale dovrebbe sempre avere due di base per uno di altezza, ed essere anche rivestita di pietrame, nei tratti più minacciati.

Quanto poi ai pericoli causati dalle semplici filtrazioni al piede delle arginature, che nella piena attuale ci dice il Ferretti aver constatati copiosissime, è ovvio il ripiego ove non abbiasi buona argilla in abbondanza per costruire l'intero corpo dell'argine, o non si ha un sottosuolo abbastanza omogeneo e compatto, di fare un profondo fosso sull'asse dell'argine a costruirsi per riempirlo di buona argilla, ben battuta (*), e con essa si fa pure un'animella in mezzo all'argine sino alla sua sommità, compiendo il resto coi materiali che si hanno disponibili: questo metodo serve tanto per gli argini nuovi, quanto per quelle parti degli argini vecchi che si ravvisano assolutamente difettose; in quest'ul-

timo caso il fosso di fondazione si può fare verso campagna, e l'animella d'argilla può anche farsi a piano inclinato.

Quanto poi al fossato di resistenza, che è la proposta essenziale la quale ha indotto il Ferretti a scriverci, concordiamo pienamente coll'autore sulla efficacia della medesima; ma quanto al timore che si manifestino fontanazzi al di là del fossato di resistenza costruito ai piedi dell'argine, il pericolo sarà, è vero, per avverarsi molto meno frequentemente, ma ci pare tutt'altro che assicurato. Ciò dipenderà soprattutto dalle circostanze locali, e quando queste lo siano per consigliare, sarà certamente meglio costruire un secondo argine in coronella preventivamente, e non attendere al momento del pericolo, dal quale, come giustamente dice l'autore, si è molte volte sopraffatti.

E finalmente, venendo al caso pratico dell'argine destro del Po, presso Borgofranco, rotto il 4 giugno p. p., pure ammettendo le poco favorevoli condizioni del sottosuolo, non ci pare tuttavia che l'espurgo di cotesto sottosuolo, se fatto in tempo di magre e colle dovute precauzioni, debba risultare poi tanto difficile e costoso, ed in media potrà sempre portarsi alla profondità di metri quattro sotto il piano di campagna.

Del resto crediamo che la premurosa necessità di chiudere la rotta e di garantirsi dalla rinnovazione dei disastri, più che altro, abbia forse consigliato l'argine in coronella, siccome il mezzo più pronto e più sicuro per ovviare ad ulteriori danni. Ma facciamo voti, per quanto almeno la nostra voce possa arrivare a certe altezze, affinché in casi meno urgenti e meno pericolosi si facciano gli esperimenti degli argini e fossati di contropinta, siccome ha proposto l'autore, e nello stesso tempo ringraziamo il medesimo della fattaci comunicazione.

TECNOLOGIA MECCANICA

PESI A BILICO DI CHAMEROY

muniti di corsoio che timbra a secco il peso ottenuto.

NOTA letta alla R. Accademia di Agricoltura di Torino
il 21 giugno 1879

dal Socio Ing. GIOVANNI SACHERI.

(Veggasi la tav. IX)

I.

Onorevoli Colleghi!

Visitando la Esposizione di Parigi ebbi occasione di fermarmi un giorno negli annessi della Sezione Francese dinanzi alla collezione elegante e completa dei pesi a bilico del signor Chameroy. Dopo alcuni istanti di poco attento esame, stavo per procedere oltre, quando fui cortesemente invitato a salire sulla predella di una *bascule* per esservi pesato. Avendovi aderito di buon grado, in meno di un minuto mi fu rimesso un cartoncino bianco, dello spessore e grandezza presso a poco eguali ai biglietti delle nostre strade ferrate, sul quale si leggeva in miriagrammi, chilogrammi ed ettogrammi, timbrato a secco dal corsoio stesso della bilancia, il peso del vostro collega.

Se ho fatto cenno di cotesta circostanza, è per aggiungere che, senza di quel cortese invito, molto probabilmente sarei passato e ripassato più volte innanzi alla esposizione del signor Chameroy, senza accorgermi che i suoi pesi a bilico avessero alcuna cosa di notevole; è per osservare, come non basti inviare ad una esposizione universale i nostri oggetti; ma per quanto belli e appariscenti e bene esposti e di pregio non comune, pure sia d'uopo ancora agitarvisi intorno di continuo, ed escogitare ogni mezzo perchè i visitatori arrestino la loro corsa, e fermino, fors'anche involontariamente, il loro sguardo sulle cose esposte.

L'invenzione del Chameroy, sebbene recente, non è più nuovissima, trovandosene già fatto cenno fin dal 1876 negli Atti della *Société des Ingénieurs civils*, per opera di Ar-

(*) Vedi *Arginature a diaframma interrato*, dell'ingegnere FRANCESCO CAGNACCI, a pag. 36 del vol. I, 1875, dell'*Ingegneria Civile*.

mengaud il giovane, e negli Atti della *Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, per opera del sig. Tresca, Vice-Direttore del conservatorio d'arti e mestieri di Parigi.

Tuttavia codesto sistema di controllo delle pesate del signor Chameroy era a me riuscito nuovo. E siccome credo non siasi ancora applicato da noi, pensai di fare utile cosa a studiarlo bene nei suoi particolari, per estenderne la conoscenza a chi potrebbe trovarvi interesse nella applicazione.

Ed ora vi presento una breve descrizione, corredata da alcuni disegni gentilmente favoriti dal signor Chameroy, e che sono stati riprodotti in più piccola scala nella tav. IX.

II.

Ma prima di venire ai particolari del meccanismo, permettete ancora che io accenni alla utilità del proposto sistema di controllo, non meno che alla semplicità colla quale un'operazione di tanta importanza può essere compiuta. Non saprei invero quale altra cosa più semplice trovare di un apparecchio che può essere adatto a qualsiasi altro peso a bilico precedentemente costruito, e quasi non dà segno di sua esistenza, ed esige così poco studio ad essere adoperato, da permettere di sostituire con tutta sicurezza l'impiegato pesatore che dovrebbe leggere attento sul romano, con un qualsiasi manuale irresponsabile.

Non ho d'uopo certamente di fare osservare che di tutte le operazioni a cui vanno sottomesse le derrate e le merci nell'agricoltura, nelle industrie e nel commercio, quella di pesarle è sempre la prima e tra le più importanti, in quanto che richiede le maggiori cure e certe garanzie. Le materie prime si vendono in massima parte a peso, non meno che i prodotti manifatturati; e il peso determina il più delle volte da solo i diritti di dazio e di dogana, mentre combinato con altro elemento, la distanza, regola il costo dei trasporti sulle vie di terra e su quelle di mare.

Epperò qualsiasi perfezionamento che valga a rendere meno delicati gli apparecchi da pesare, e più rapide e più sicure le pesate, non può a meno che essere di una utilità generale. Ed il problema si collega pure alla difficile questione dell'ordinamento del servizio nelle stazioni-merci, dove è veramente grande il bisogno di accelerare le operazioni, di moltiplicare i pesatori, di semplificare i controlli.

La introduzione di un corsoio scorrevole lungo una leva graduata, da qualche tempo avvenuta ed oramai generalizzata, ha notevolmente semplificato l'operazione del pesare; ma è tuttavia un fatto che la stessa maggiore facilità ebbe per effetto di moltiplicare gli errori e le frodi; e rimossa la merce dalla piattaforma manca ogni traccia di garanzia della pesata.

Ed è a costesa mancanza che il Chameroy ha pensato di rimediare, impiegando un corsoio che timbra a secco il peso indicato dalla bilancia, e che dispensa il pesatore da qualsiasi lettura.

L'impressione a secco eseguita dalla bilancia stessa su cartoncino stampato e timbrato, offre anzitutto la certezza che la pesata ebbe effettivamente luogo, e sopprime ad un tempo gli errori a cui la lettura del peso, o la sua registrazione manoscritta potrebbero dar luogo.

III.

Non mancano esempi di pubbliche Amministrazioni in Francia, le quali hanno adottato il sistema Chameroy e ne riconobbero la semplicità ed i vantaggi importanti che se ne può trarre per il commercio, le industrie e la statistica.

La città di Parigi ha fatto applicare codesto controllo agli otto ponti a bilico del mercato del bestiame alla *Villette*, ed ai pesi a bilico portatili delle *Halles Centrales*. Essa ha inoltre adottato per l'impressione a secco un cartoncino stampato ricoperto da un foglietto sottile che vi sta aderente, essendovi incollato per un margine, di cui vi presento un esemplare (fig. 60); dimodochè con una sola pesata si ha timbrata a secco la indicazione del peso tanto sul foglio volante che sul cartoncino; si stacca il primo che rimane quale documento della pesata nelle mani dell'Amministrazione, e

CENT.	DIZ.	KILOGR.	VILLE DE PARIS - POIDS PUBLIC	
		0	MARCHÉ AUX BESTIAUX	
		1	N°	187
		2	Mr	Vendeur.
		3	Mr	Acquéreur.
		4	Nombre de	
		5	Droit	
		6	BASCULE CHAMEROY Blée S. G. D. G.	
		7	avec système de contrôle par l'impression du poids.	
		8	147, Rue d'Allemagne, 147 - PARIS	
		9		

Fig. 60.

serve di controllo per riscuotere i diritti delle pesate. Si consegna il cartoncino alla persona interessata a conoscere il peso. Dietro codesti biglietti si può scrivere qualsiasi altra utile indicazione, come il numero dei colli, il giorno della pesata, la tassa che si è riscossa, ecc.

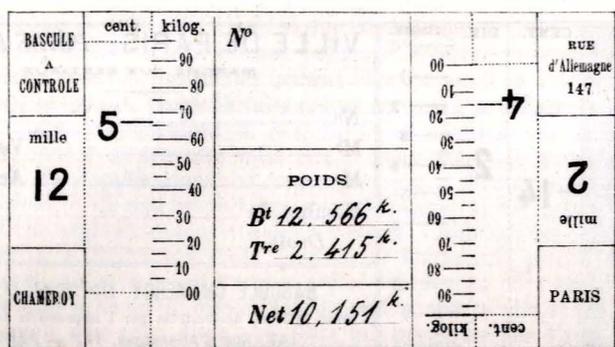
Nelle figure 61 e 62 sono riprodotti in grandezza naturale i due moduli di biglietti, adoperato il primo per il servizio dei pesi a bilico portatili, per i colli portati a spalla, ed il secondo per le bilancie a bilico dei pesi pubblici per i carri, o come più semplicemente si dice, per i ponti a bilico. In questi moduli vi è una parte stampata, che è uguale in tutti i biglietti; poi vi sono alcuni numeri timbrati a secco, e che sono rappresentati nelle nostre figure da numeri neri ad asta molto grossa; infine vi sono alcune cifre fatte a mano dall'impiegato. Dirò anzitutto che codesti cartoncini, così stampati da una parte e lasciati bianchi dall'altra, possono essere timbrati due volte, ed anzi lo sono quasi sempre, essendochè da un lato del margine si timbra il peso brutto, e dal lato opposto si fa luogo al

BASCULE A CONTROLE	dizaines kilog.	POIDS	RUE d'Allemagne 147
centaines	2	B ^t 727 ^k 5	7
7		Tre 342 ^k	5
CHAMEROY		Net 385 ^k 5	PARIS

Fig. 61. Modulo A.

timbro della tara. Vedesi, per es., sul cartoncino A che alla nostra sinistra vi è la cifra 7 nella colonna delle centinaia, la cifra 2 in quella delle decine; e poi vi è un tratto orizzontale a destra della cifra 2, il quale dobbiamo supporre che sia stato anch'esso inciso a secco come la cifra 2, e che si trova fra la settima e l'ottava delle unità; il peso brutto è adunque di chilogrammi 727,5. La tara corrispondente impressa sullo stesso cartoncino alla nostra destra risulta analogamente di chilogr. 342. Nel bel mezzo del cartoncino si scrivono a mano gli anzidetti pesi, e se ne deduce il peso netto in chilogr. 385,5. Si vede inoltre che con un po' di attenzione si possono determinare i pesi con una approssimazione a meno di 250 grammi, bastando scegliere la divisione che è più vicina al tratto di linea timbrato a secco. Ma per i pesi a bilico di piccola portata, i biglietti portano distinte le colonne delle decine e delle unità, ed è segnata la divisione corrispondente agli ettogrammi, per cui l'approssimazione del peso può aversi a meno di 25 grammi.

Invece sul biglietto del modulo B, il quale è fatto per i grossi pesi e segnatamente per i ponti a bilico su cui si fanno venire i carri, noi leggiamo il peso brutto di 12566 chilogrammi, essendovi timbrata la cifra 12 nella colonna delle migliaia, la 5 nella colonna delle centinaia, ed il tratto orizzontale trovandosi timbrato per rispetto alla scala stampata fra i 60 ed i 70 chilogrammi un po' al disopra del



somministra pure a tale scopo un apparecchio speciale, formato da due cilindri concentrici. Ma ben si comprende che gli operai tentino poco a poco di generalizzarne l'impiego, e di estendere a quantità rilevanti un metodo così comodo, ed un apparecchio di così facile trasporto.

Disgrazie recenti, che è utile s'iano a conoscenza dei lettori, basterebbero a parer nostro a stabilire che l'indicato metodo è estremamente pericoloso, e che dev'essere assolutamente proibito sui cantieri così per le piccole come per le grandi quantità di dinamite. Le disgrazie avvenute tendono a provare che il disgelo a bagno-maria ha per effetto di separare la nitroglicerina dalla materia assorbente. Or tutti sanno che può maneggiarsi la dinamite con tutta sicurezza quando il miscuglio della nitroglicerina e della sostanza assorbente è perfetto; la nitroglicerina libera, al contrario, esplose con estrema facilità, sia sotto l'azione della menoma scossa, sia a contatto del fuoco.

Il fenomeno della separazione della nitroglicerina era stato constatato prima ancora delle accennate disgrazie dal signor Fraysse, impresario del traforo del tunnel di Céletz sulla ferrovia da Mende a Sévérac-le-Chateau.

Per forare questa galleria, lunga 618 metri, e dovendosi attraversare gneiss e schisti cristallini durissimi, impiegavasi esclusivamente la dinamite di Paulille, e per la maggior parte la dinamite n. 1. Per ottenerne il disgelo in inverno, adoperavasi usualmente il recipiente a tale scopo somministrato dalla fabbrica stessa. Secondo l'uso, le cartucce posavansi di punta nel cilindro interno, e l'acqua calda versavasi nell'intercapedine, fra i due cilindri. Non si tardò a verificare che togliendo dall'apparecchio le cartucce, la carta che ne costituisce l'involucro era untuosa ed impregnata d'una materia grassa, che altro non poteva essere che nitroglicerina. E questa materia trovavasi pure a piccole gocce presso l'estremità inferiore delle cartucce. Dalle quali osservazioni messo in guardia il signor Fraysse ebbe cura di togliere alle cartucce venute fuori dall'apparecchio, il loro involucro di carta, e di introdurre così spogliate nei fori da mina. Ben tosto un accidente, fortunatamente di nessuna gravità, avendo decisamente rivelato il pericolo cui si va incontro disgelando a bagno-maria, codesto processo è stato intieramente abbandonato.

Inoltre, l'apparecchio necessitando alcune riparazioni, fu consegnato ad un lattaio di Marvejols, non senza essere stato sottomesso prima ad un nettamento molto energico, per liberarlo dalle particelle di nitroglicerina, che potevano essere rimaste aderenti alle pareti. Ma codesta operazione non deve essersi potuta eseguire a perfezione, dappoiché non si tosto il lattaio vi accostò il proprio ferro da saldare, l'apparecchio andò in ischeggie tra le sue mani, fortunatamente senza recargli male, per la presenza del cilindro esterno che ammorzò gli effetti della detonazione avvenuta nel cilindro interno.

Non molto tempo dopo, un accidente dello stesso genere, ma più decisivo ancora, si manifestava sui cantieri del tunnel di Campagnac, dipendenti dall'impresa del 10° lotto della ferrovia da Mende a Sévérac. Ancor qui avevasi l'abitudine di disgelare la dinamite al bagno-maria; e per di più l'operazione eseguivasi in modo alquanto grossolano. Le cartucce gelate erano deposte in una secchia, la quale andavasi ad immergere vicino alla fucina in un bagno d'acqua calda, la quale aveva servito a dare la tempera agli scalpelli.

Un brutto giorno, mentre il fucinatore gittava in quell'acqua due scalpelli scaldati al rosso, una detonazione si fe' sentire. Il vaso contenente le cartucce era stato levato precedentemente; tuttavia l'esplosione fu sì forte da gittare l'operaio a 3 metri di distanza contro il muro della fucina, e da spezzare alcuni scalpelli che giacevano al suolo. Quanto al recipiente dell'acqua, non ne rimase traccia. Quell'acqua conteneva evidentemente un po' di nitroglicerina libera, una quantità fuori dubbio infinitamente piccola, ove si pensi che quella materia non solo ha dovuto trasudare attraverso la carta delle cartucce, ma infiltrarsi

ancora per le fughe del recipiente certamente minime, dappoiché rimasero inavvertite.

E noi eravamo sotto l'impressione di codesti due fatti, quando i giornali hanno portato in Francia la notizia di una terribile catastrofe avvenuta a Parma il 23 febbraio 1878, la quale sembra singolarmente avvalorare le conclusioni del presente scritto. Riproduciamo la relazione di quell'accidente quale l'abbiamo letta.

« Alcuni ufficiali d'artiglieria si disponevano a fare un esperimento sulla forza esplosiva della dinamite; ed avevano scelto a tale effetto un grosso tronco di un vecchio albero, che giaceva coricato in un viale principale della pubblica passeggiata.

« Prima di procedere alla carica, un ufficiale stava intento a disgelare la dinamite. Questa materia era stata posta a tale effetto entro scatole di latta immerse nel bagno-maria. Trovando che l'operazione era troppo lenta, l'ufficiale si fe' portare un bacino pieno di ceneri calde e vi collocò una delle scatole. Quasi all'istante una terribile detonazione ebbe luogo; vi furono quindici morti, tra i quali alcuni passeggeri, i quali ignoravano di che si trattasse, e che si erano per curiosità accostati a quell'ufficiale ».

I fatti su riferiti dimostrano esuberantemente che il disgelo della dinamite al bagno-maria è un'operazione pericolosa, inquantochè determina la separazione della nitro-glicerina. È noto che l'azione prolungata della umidità può condurre allo stesso risultato. Codesta influenza dell'umidità è dessa, anche nel bagno-maria, la causa principale del fenomeno, accresciuta soltanto dall'elevarsi della temperatura? ovvero è l'equilibrio nella mescolanza delle due materie che viene a rompersi per il troppo rapido passaggio dallo stato solido a quello pastoso?

Sarebbe certamente da desiderare che l'esperienza dilucidasse appieno codesto punto importante della stabilità meccanica della dinamite. La cura di tali esperienze spetterebbe naturalmente ai fabbricanti; e ciò sarebbe nel loro interesse non meno che un loro dovere. L'uso della dinamite andrà tanto più estendendosi, quanta più luce sarà fatta sulle proprietà fisiche di questa materia, divenuta oramai tanto preziosa per l'industria non meno che per le nostre opere.

Noi ci limitiamo in questa nota a trarne la conclusione pratica, la quale si impone da se stessa, ed è che il disgelamento della dinamite ottenuto per mezzo del bagno-maria dev'essere proibito nei cantieri. Si potrà facilmente fare a meno di codesta operazione facendo uso di polveriere, nelle quali un grosso involucro di paglia mantenga una temperatura abbastanza elevata perchè le cartucce di dinamite siano difese dal gelo.

Nè sarà inutile a questo proposito ricordare che il congelamento non toglie alla dinamite le sue proprietà esplosive.

Non vi è alcun inconveniente a fare le cariche colla dinamite gelata. Ma non si può dispensare da ricondurre allo stato pastoso almeno una cartuccia per ogni colpo di mina, quella che deve servire da cartuccia di accensione, e nella quale si deve introdurre la capsula.

Se la cartuccia è gelata non sarebbe possibile di immergere il fondo della capsula entro la dinamite; bisognerebbe accontentarsi di un semplice contatto, e si andrebbe incontro all'inconveniente di vedere frequentemente fallito il colpo.

Marvejols, il 12 ottobre 1878.

BIBLIOGRAFIA

I.

Quadri poliritmici di agevolazione per moltiplicare e dividere qualunque numero, calcolarne potenze e radici, compilati da SAVERIO MARCHESANO, Ing. del Corpo Reale del Genio Civile. — Potenza, 1878.

Sotto la denominazione di *quadri poliritmici* il signor Saverio Marchesano, ing. del Corpo Reale del Genio Civile, intende pubblicare un volume considerevole di tavole che costituiscono una

estensione della tavola Pitagorica, per modo da somministrare direttamente il prodotto di due numeri intieri qualunque compresi dall'uno al mille.

Il volume dei quadri poliritmici sarà accompagnato da un altro volume di testo avente per titolo: *Aritmetica Poliritmica*.

Dal saggio pubblicato allo scopo di dare agli associati una idea preventiva dell'opera, si può argomentare che per la bene studiata disposizione delle tavole, e per la nitidezza dei numeri, il maneggio delle tavole stesse non potrà a meno di riuscire facile e comodo; talchè potrà forse sostituirsi con vantaggio a quegli strumenti abbastanza voluminosi e complicati, e per lo meno costosi, che col nome di *aritmometri*, si vanno già diffondendo nelle banche, e in tutti gli uffizi ove occorre eseguire frequentemente operazioni aritmetiche.

Nella prefazione l'autore spiega e dimostra la utilità delle tavole colle quali si potranno agevolare i molti calcoli numerici che occorrono agli ingegneri, ai ragionieri, ai negozianti, massimamente in quei casi in cui si abbiano a fare moltiplicazioni o divisioni di numeri compresi entro quei limiti per cui le tavole danno direttamente i prodotti ed i quozienti.

L'autore si propone inoltre di svolgere eziandio i procedimenti a seguirsi per facilitare ed abbreviare le operazioni aritmetiche sui numeri composti di molte cifre, giovandosi sempre dei quadri poliritmici.

La ideata estensione della tavola Pitagorica è sotto molti riguardi commendevole ed è ad augurarsi che presto sia compiuta la relativa pubblicazione.

Z. F.

II.

Sull'erronea applicazione per parte degli agenti del Governo della Legge d'imposta sui fabbricati al riguardo degli opifici. — Considerazioni dell'ingegnere cav. LUIGI CESCHI. — Bologna, 1879.

L'ultima revisione dell'imposta sui fabbricati ordinata colla legge 6 giugno 1877, N. 3634, serie 2^a, fece nascere non pochi clamori fra i contribuenti perchè gli agenti delle imposte nell'accertamento dei redditi degli opifici tennero calcolo eziandio delle macchine e dei meccanismi che sono infissi nei fabbricati.

Le divergenze insorte fra gli agenti fiscali ed i contribuenti diedero luogo a proteste e liti, e tale fu l'agitazione sorta che, dopo un'interpellanza avvenuta alla Camera dei Deputati nella tornata del 29 marzo ultimo scorso, il Ministro delle Finanze nominò il 31 stesso mese una Commissione coll'incarico di nuovi studi su tale questione, tenendo presenti lo stato attuale della legislazione, le discussioni parlamentari, i provvedimenti dati in via amministrativa, gli effetti conseguite ed i reclami degli industriali.

La questione è gravissima e merita certamente d'essere molto studiata per venire ad una soluzione, la quale, tenendo conto delle esigenze finanziarie, faccia pur la debita parte agli interessi industriali.

Questa soluzione è tanto più necessaria in quanto che le decisioni dei tribunali furono quasi sempre in favore degli agenti del Governo ed i contribuenti sollevano tuttodì alte lagnanze contro l'applicazione della legge in discorso.

Di questi ultimi si fece interprete l'egregio ing. cav. Luigi Ceschi nell'opuscolo sovra menzionato.

L'autore nell'elaborato suo scritto prende a combattere i pronunciati della giurisprudenza, interpretando la legge e facendo ricorso alle discussioni parlamentari.

Quantunque non ci paia che una esatta interpretazione della legge possa condurre a conseguenze diverse da quelle alle quali giunsero i tribunali, perchè *dura lex sed lex*, tuttavia non si può disconoscere il valore degli argomenti addotti dal distinto autore.

Certamente le industrie affine di progredire debbono essere non già oppresse colle imposte, ma aiutata per modo che possano facilmente ottenere incremento e sviluppo.

Il considerare i meccanismi fissi come facienti parte dell'immobile, e tassarli insieme con questo aggrava di molto l'imposta che pesa sugli opifici.

Tuttociò dimostra adunque la necessità di una saggia riforma della legge, la quale concilii i cozzanti interessi del fisco e delle industrie.

Epperò dobbiamo ringraziare il signor Ceschi che colle sue sottili disquisizioni e patrocinando gli interessi industriali tenga vivo il fuoco della discussione dalla quale deve uscire la desiderata riforma.

M. A.

Sono pure pervenute alla Direzione le seguenti opere dai loro autori od editori:

1. — *Comparaison entre les générateurs Belleville, Modèle 1877 et les générateurs Root modifiés par M. De Naeger. Réponse au journal l'Ingénieur-Conseil publié à Bruxelles par M. Bède.* — Saint-Denis, Paris, 1879.

2. — Nuovo metodo grafico per la determinazione dei momenti inflettenti sugli appoggi dei ponti metallici in più campate. Conferenza dell'ing. F. C. Paolo Boubée al Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Napoli. — Napoli, 1878.

3. — *Les irrigations en Espagne par M. André Llauro, professeur à l'école forestière de l'Escorial.* — Paris, 1879.

4. — Corso teorico-pratico sulla costruzione dei ponti metallici ad uso degli allievi delle Scuole di applicazione e degli ingegneri e costruttori, per l'ing. Pio D. Chicchi, professore di ponti e strade nella R. Scuola di Applicazione di Padova. Dispense I-IV, testo e tavole. — Padova, 1879.

5. — Efficacia della lunghezza e del diametro nell'efflusso per tubi addizionali. Prime esperienze di Michele Capitò, ingegnere, professore straordinario d'idraulica nella R. Scuola d'applicazione per gli Ingegneri. — Palermo, 1878.

6. — Dizionario antico e moderno della chimica e delle scienze, arti e industrie attinenti alla medesima, compilato dal prof. Adolfo Casali. — Bologna, 1879.

7. — Bonifiche. Le acque della pianura posta fra i fiumi Adige, Mincio, Po e il mare Adriatico, e la sistemazione dei canali di scolo della provincia di Rovigo. Osservazioni dell'ing. Mariognani D. Cesare. — Roma, 1879.

8. — Di alcuni principii di economia ferroviaria. I tramways e le ferrovie stradali. Saggio di Maggiorino Ferraris. — Pisa, 1879.

9. *Étude sur les générateurs à vapeur à haute pression, par Louis Delaunay, ancien élève de l'école polytechnique et de l'école d'application du Génie maritime.* — Paris, 1878.

10. Osservazioni sugli svolgimenti della architettura moderna all'Esposizione universale del 1878 in Parigi, e proposte di riforma nell'insegnamento relativo. Relazione di G. B. F. Basile, Giurato per la classe IV. — Palermo, 1879.

11. — Lorenzo Anesi. *L'arte litografica alla Esposizione universale di Parigi del 1878.* — Torino, 1879.

12. — Sulla Elica calcolatoria di Fuller, con cenni storici sugli strumenti calcolatori a divisione logaritmica del Professore Antonio Favaro. — Padova, 1879.

13. — Esposizione del teorema Castigliano e suo raccordo colla teoria dell'elasticità. Memoria dell'Ing. Francesco Crotti. — Milano, 1878.

14. — Dimostrazione meccanica del secondo principio di termodinamica. Memoria dell'Ing. Francesco Crotti. — Milano, 1879.

15. — Sui movimenti di terra, per Luigi Pizzorusso, Ing. civile. — Napoli, 1879.

16. — Sull'area descritta da una linea invariabile che si muove in un piano con determinata legge. Nota del Professore Giuseppe Bardelli. — Milano, 1879.

17. — Sul centro delle forze nel piano. Ricerche del Professore Giuseppe Bardelli. — Milano, 1879.

18. — Note sulle svolte stradali, per Matteo Fiorini, Ing. e Prof. di Geodesia nella Università di Bologna. — Alessandria, 1879.

19. — Segnali elettro-automatichi per evitare gli scontri dei treni sulle ferrovie ad un binario, dell'Ing. Raffaele Fania. — Napoli, 1879.

20. — Elettro-velocimetro per locomotive, dell'Ing. Raffaele Fania. — Napoli, 1879.

21. — Sistemazione del Ponte antico di Capua. Studi dell'Ing. Pasquale Sasso. — Napoli, 1879.

22. — Notizie sulla fillossera, le sue invasioni, e i provvedimenti reputati più efficaci a combatterla, con Appendice sull'antracnosi della vite; dirette ai vignaiuoli italiani dalla *Gazzetta delle Campagne*. — Torino, 1879.

23. — *De Vichy au Mont-Doré. — Essai pétrographique et géognostique, par Claudio Segré, Ingénieur civil des Mines, ancien élève de l'Ecole d'Application de Turin.* — Paris, 1879.

24. — Sull'equilibrio delle volte simmetriche, simmetricamente caricate. Teoremi del Prof. Giov. Salemi Pace. — Palermo, 1879.

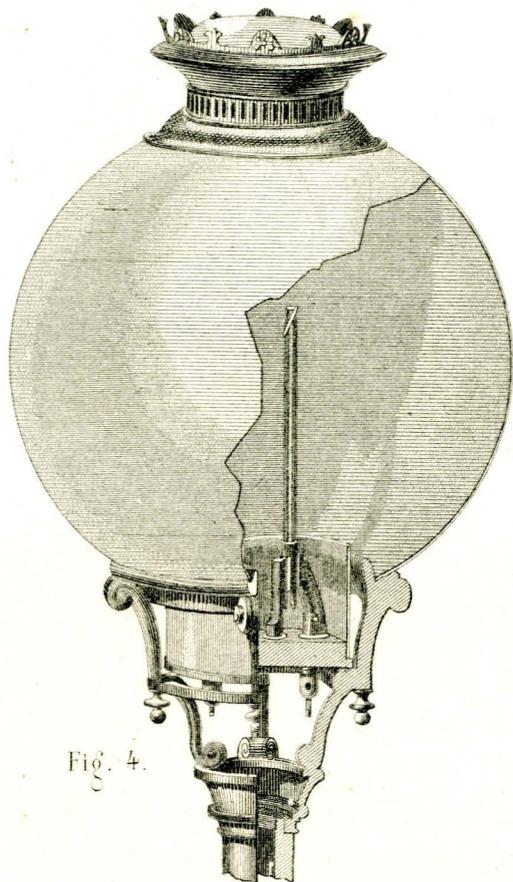


Fig. 4.

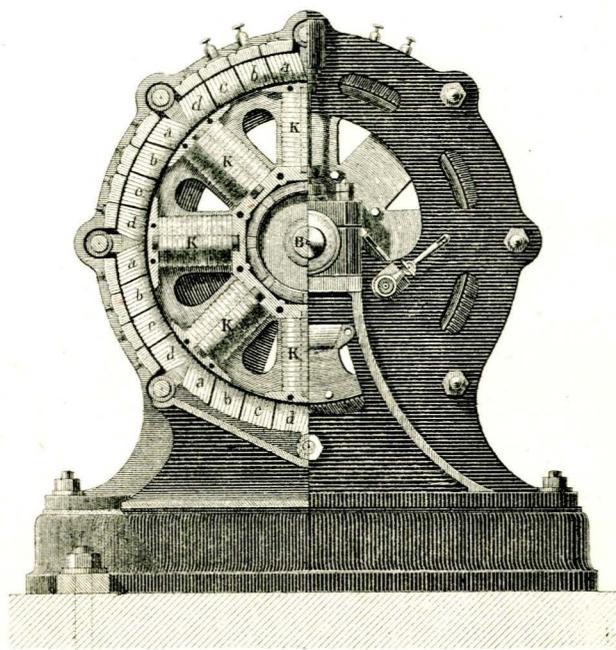


Fig. 3.

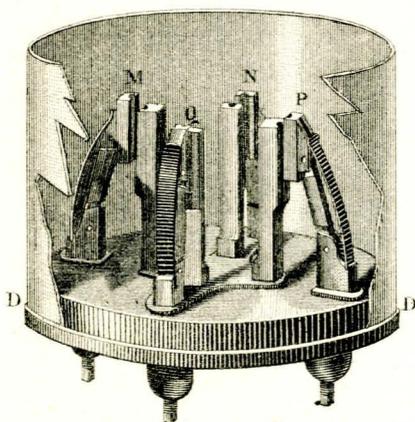


Fig. 2.



Fig. 1.

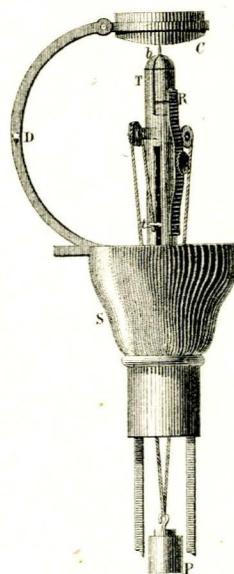


Fig. 5.

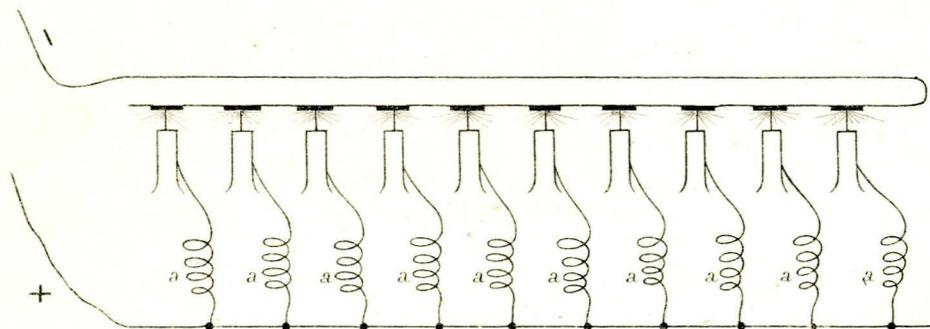


Fig. 6.

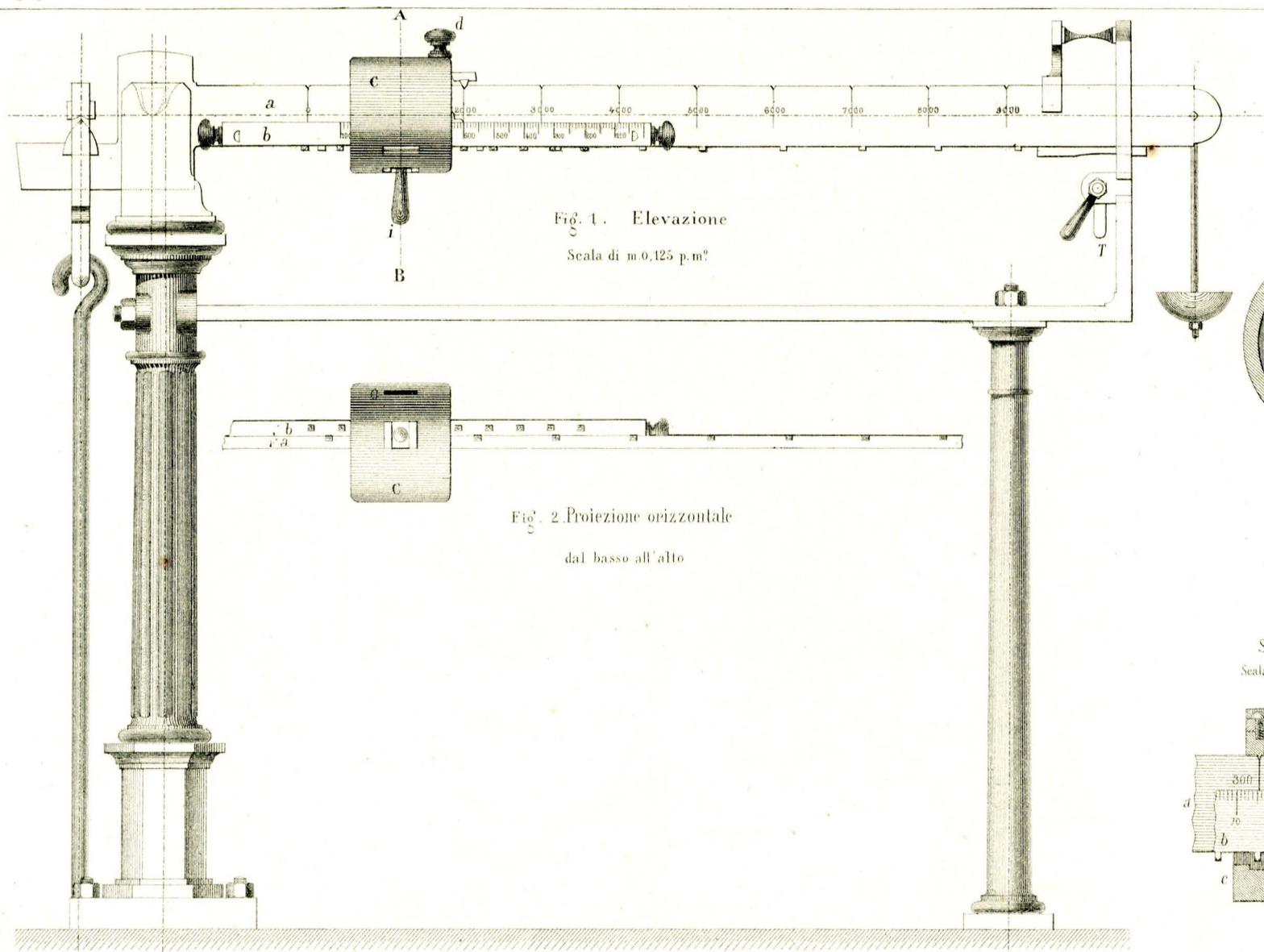


Fig. 1. Elevazione
Scala di m. 0,125 p.m.

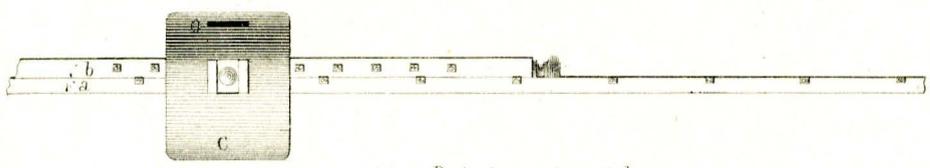


Fig. 2. Proiezione orizzontale
dal basso all'alto

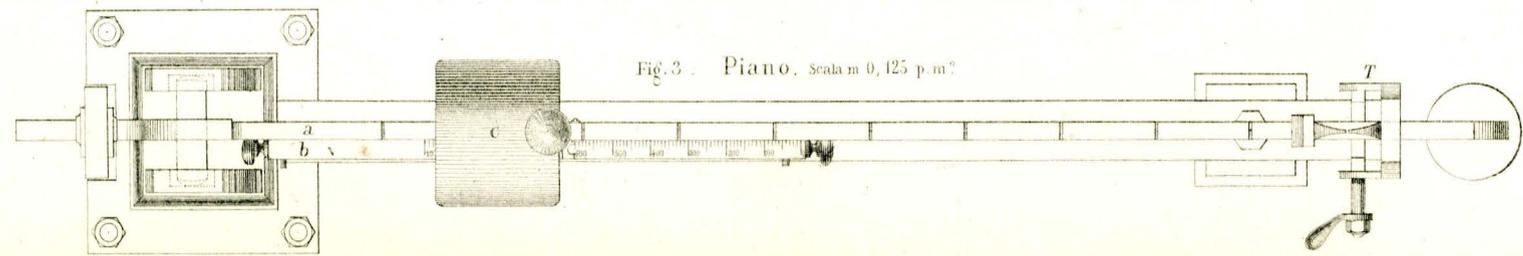


Fig. 3. Piano. scala m. 0,125 p.m.

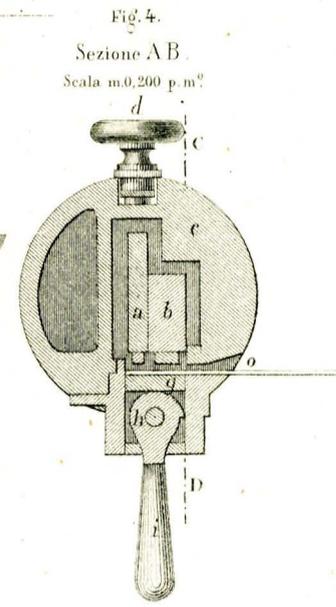


Fig. 4.
Sezione AB.
Scala m. 0,200 p.m.

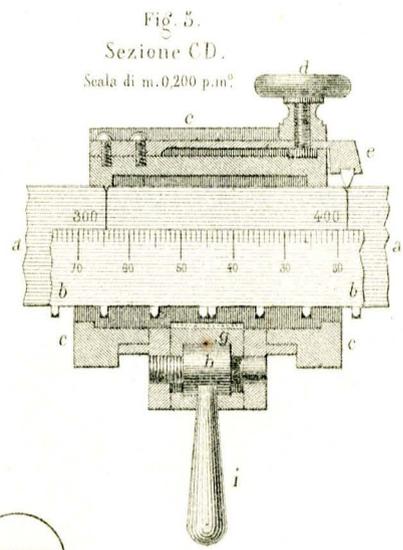


Fig. 5.
Sezione CD.
Scala di m. 0,200 p.m.

PESI A BILICO DI CHAMEROY
muniti di corsoio per timbrare a secco il peso ottenuto.