

L'INGEGNERIA CIVILE

B

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

UFFICIO D'ARTE DELLA CITTÀ DI TORINO

CENNI GENERALI

intorno lo sgombrò della neve nella città di Torino,
con particolari ragguagli
sul servizio fatto nell'inverno 1880-81.

Distribuzione del servizio. — La città ed il territorio di Torino sono divisi, per lo speciale servizio dello sgombrò della neve e dei ghiacci dal suolo pubblico, in tre compartimenti, dei quali due urbani comprendono tutte le vie, piazze e controviali selciati, ed uno suburbano od esterno, che si compone di tutte le strade comunali o per qualunque titolo mantenute dal Comune, dei corsi, viali, passeggi e simili.

Ciascun compartimento è suddiviso in varie sezioni (da 5 a 8); queste, sotto la immediata responsabilità di un capo e di un sotto-capo, appartenenti all'Ufficio d'Arte, costituiscono altrettante unità distinte e indipendenti fra di loro, ed unicamente collegate dalla sorveglianza che tutte e singole ripetono dal capo del compartimento al quale appartengono; ognuno di questi poi è autonomo, con dipendenza però di tutti dall'ingegnere della relativa sezione e dall'ingegnere-capo dell'Ufficio d'Arte, che è il direttore generale del servizio.

Divisione in cottimi. — La mano d'opera per lo sgombrò è fornita da un numero conveniente di cottimisti (1), a un prezzo preventivamente stabilito anno per anno, e ragguagliato ad un centimetro di neve caduta e misurata in vari punti di ciascun compartimento. A questi cottimisti la città somministra i materiali ed attrezzi occorrenti, dimodochè ad essi non incombe che la mano d'opera dei braccianti, e, dove occorre, la fornitura di carri ad uno o più cavalli per il trasporto della neve a corsi d'acqua o a luoghi di scarico lontani. Fino a questi ultimi anni si assumevano anche direttamente alcune squadre di manovali che lavoravano, come suol dirsi, a economia. Scopo principale di questa disposizione si era di avere costantemente alla mano un nucleo di lavoratori da inviare sulle sezioni nelle quali o difettesse o mancasse affatto il servizio per negligenza di cottimisti; in pari tempo il pagamento diretto della mano d'opera in alcune zone ha servito a fornire i dati indispensabili per la fissazione dei prezzi elementari da corrispondersi ai cottimisti. Attualmente si hanno più che sufficienti criteri di raffronto per poter stabilire in ogni emergenza quei prezzi, e d'altra parte si verifica abbastanza esatto il servizio dei cottimisti per rendere affatto inutile, per il suolo pubblico, quello a economia, che si riservò unicamente allo sgombrò dei cortili degli stabilimenti di proprietà o di uso municipale.

(1) V. nell'allegato A le Istruzioni Principali per lo sgombrò della neve a cottimo.

Il corpo degli spazzini, che durante le nevicate non può attendere al consueto lavoro, è applicato allo sgombrò regolare e continuo dei luoghi pubblici più frequentati e specialmente dei crocicchi delle vie centrali e dei portici, nonchè allo spandimento sui medesimi della segatura di legno e di materie analoghe.

Luoghi di scarico della neve. — Lo sgombrò completo della neve preventivamente accumulata si fa, sia scaricandola nei numerosi canali sotterranei praticati nelle vie interne, sia trasportandola al Po, alla Dora e a grandi canali scoperti, o in alcuni luoghi speciali di scarico.

L'acqua ai condotti sotterranei è fornita dal cosiddetto Canale di Torino, il quale nel punto più elevato della città è ripartito in varie erogazioni, dalle quali è possibile immettere la quantità d'acqua che meglio conviene in tutta la rete. Per il rapido aumento della fabbricazione essendosi in questi ultimi anni aperte molte nuove vie coi sottostanti acquedotti, si riconobbe che l'acqua del solo Canale di Torino era spesso insufficiente al sollecito smaltimento della neve, e per ovviare a questo inconveniente si praticò una presa dal Canale della Ceronda, per mezzo della quale, e nei soli casi di bisogno, si immettono nei canali sotterranei altri cinquecento litri all'incirca per 1".

Apparecchi e mezzi speciali proposti per lo sgombrò. — La necessità di mantenere, almeno nelle vie di maggior traffico, continua ed abbastanza comoda la circolazione, ha indotto a studiare i vari mezzi meccanici, termici o chimici, che furono proposti nei vari paesi per conseguire un rapido sgombrò della neve. Furono presi ad esame speciale i *tubi-caloriferi* e l'*aratro piro-idrofondente* del capitano Garneri, la macchina *scioglineve*, di fattura americana presentata dalla ditta Casanova di Bologna, il *sistema Bouwet*, sperimentato già a Parigi, e finalmente la *salatura* delle vie con cloruro di sodio.

Tubi-caloriferi. — L'apparecchio a *tubi caloriferi* del Garneri, consiste in un lungo tubo di ferro zincato, formato dall'unione di parecchi tubi di tre o quattro metri di lunghezza, posto in comunicazione da una parte con un grande braciere a coke, e dall'altra con un ventilatore a forza centrifuga, che ha l'ufficio di aspirare l'aria che si riscalda sul braciere. Disponendo in luogo conveniente l'apparecchio e accumulando la neve sul tubo così riscaldato, essa sarebbe portata allo stato liquido. Sottoposto questo procedimento alle opportune calcolazioni, risultò che il prezzo dello sgombrò di un metro cubo di neve ammonterebbe a centesimi 32, anche senza tener conto della quota di ammortamento del capitale investito nell'acquisto degli apparecchi. Osservando che in Torino il prezzo medio dell'accumulamento e del trasporto, cioè del completo sgombrò fatto coi mezzi ordinari, è di circa centesimi 13, si comprende come non si possa in alcun modo raccomandare il sistema dei *tubi-caloriferi*.

Aratro piro-idro-fondente. — Convinto forse lo stesso inventore della necessità di cambiare indirizzo, volgeva in mente di fondere direttamente la neve senza accumularla, e ciò mediante una macchina che intitolava *aratro piro-idro-fondente*, della quale dava la descrizione in una memoria diretta alla Città di Torino, invocando un sussidio per la sua costruzione. Quantunque i calcoli preliminari istituiti facessero presagire che dal lato dell'economia neppure la nuova macchina sarebbe riuscita troppo conveniente, tuttavia fu deliberato dalla Giunta il chiesto sussidio, specialmente sulla considerazione di sperimentare se, almeno dal lato della celerità dello sgombramento, non si sarebbe conseguito qualche vantaggio. Il sussidio era da pagarsi quando fosse presentata la macchina, la quale non fu vista ancora, e l'inventore non ha più fatto in proposito altre comunicazioni.

Macchina scioglineve. — La ditta Casanova di Bologna, quale rappresentante della casa Nawckins e Mullaly, di New-York, proponeva una macchina *scioglineve*, consistente in una caldaia dalla quale si lascia sprigionare il vapore d'acqua, che mescolato ai gaz caldi prodotti dalla combustione, viene spinto in uno o più getti sulla neve. Quantunque con questo artificio si utilizzi la massima parte possibile del calore prodotto dalla combustione, tuttavia in base ai principii di termodinamica si potè concludere che ai prezzi correnti in Torino, occorrono almeno dieci centesimi di solo combustibile per la fusione di un metro cubo di neve. Aggiungendo l'interesse dell'importo della macchina (L. 32 mila), l'ammortamento, le spese di traino e di manovra e simili, è evidente che il prezzo totale unitario dello sgombramento risulterebbe di molto superiore all'attuale.

Sistema Bouvet. — A Parigi fu sperimentato nel 1879 un sistema di fusione col vapore d'acqua, proposto dal signor Bouvet, costruttore di apparecchi per il riscaldamento. L'apparecchio è poco dissimile dai tubi caloriferi del capitano Garneri, colla differenza essenziale però che i tubi sono bucherellati, e per essi si fa passare il vapore invece dei gaz caldi.

Anche questo sistema non sarebbe economicamente applicabile a Torino per l'alto prezzo del combustibile, e se può forse convenire a Parigi, ove la neve si deve trasportare a grandissime distanze, non merita di essere sperimentato qui, dove i luoghi di scarico sono relativamente moltissimi, a brevi distanze, e tali che il prezzo medio del solo trasporto è di centesimi otto e il massimo di centesimi quindici.

Spandimento di sale comune (cloruro di sodio). — Da alcuni anni si è impiegato in varie città, e recentemente a Parigi, il sale comune (cloruro di sodio) per favorire lo sgelamento della neve nei luoghi molto frequentati.

Il procedimento di salatura delle strade è fondato sul principio seguente: se si mescolino due parti di ghiaccio ed una di sale, questo si scioglie riducendo la massa ad un miscuglio semiliquido o pastoso che è incongelabile finchè la temperatura dell'ambiente non si abbassi al disotto di quella del miscuglio, che è di circa — 20° centigradi. La belletta che si forma sulle strade così salate, si toglie facilmente colle raste, e si comprende che quantunque l'azione di una prima salatura non si estenda a più di 4 centimetri, mediante successivi spandimenti sia possibile spazzare completamente il ghiaccio o la neve congelata, di qualunque altezza essa sia.

Le ultime esperienze fatte nello scorso inverno a Parigi dimostrerebbero che per intaccare uno strato congelato di 4 o 5 centimetri d'altezza, bastano circa 200 grammi di

sale al mq., che al nostro prezzo ordinario di L. 0,55 al kilogramma importerebbero centesimi undici. Se lo strato fosse di circa dieci centimetri la spesa sarebbe di centesimi ventidue, solamente per ridurlo allo stato semiliquido, e rimarrebbe poi sempre l'onere dell'accumulamento e del trasporto; quindi non è consigliabile questo sistema nei casi ordinari, e solamente quando si potesse ottenere il sale a prezzo molto ridotto, sarebbe conveniente sperimentarlo in caso di forte nevicata seguita da gelo, ma esclusivamente nelle vie più frequentate, ove la neve è in breve ora compressa dai veicoli e dai pedoni, e riesce quindi di difficile spazzatura coi mezzi ordinari, tanto più se congelata.

Pozzi o cisterne per scaricare o smaltirvi la neve. — I vari studi così istituiti non avendo condotto a risultati molto soddisfacenti, l'ufficio non ha creduto di proporre all'amministrazione l'applicazione di alcuno degli accennati sistemi, e prefiggendosi di tener dietro alle principali innovazioni che potranno essere suggerite sia nel campo pratico come nello speculativo, ha consigliato nel 1879 la costruzione in via di esperimento di un grande pozzo o cisterna, ove scaricare la neve di uno dei cottimi, per il quale la mancanza assoluta di acquedotti necessitando il trasporto a grande distanza, rendeva meno spedito e assai costoso lo sgombramento.

Il sottosuolo della città essendo completamente ghiaccio, e percorso a grande profondità da un corpo d'acqua perenne che proviene dalla fusione dei nevati e dei ghiacciai alpini, e dalle infiltrazioni delle acque superficiali, si aveva ragione di ritenere che in esso non sarebbe stato difficile lo smaltimento della neve; e l'esperienza ha pienamente confermato le previsioni, poichè costruito nel 1880 un grande pozzo di m. 5,00 di diametro interno e della profondità di m. 13,00, dei quali l'ultimo scavato nel velo d'acqua sotterraneo, esso servì ottimamente ad immagazzinare e smaltire la neve caduta nell'inverno 1880-81 sopra mq. 11000,00 e per un'altezza complessiva in cinque nevicata di 43 centimetri. Da questo primo esperimento si riconobbe che la neve così immagazzinata, per l'effetto della costipazione prodotta dall'accumulamento e dallo scarico, e per la successiva liquefazione avvenuta nella cisterna fra una nevicata e l'altra, si ridusse a circa un ventesimo del volume misurato al cottimista. Tenendo conto del costo e della manutenzione del pozzo, si deduce che con questo mezzo sarà sempre possibile realizzare, non solo maggior speditezza, ma anche maggior economia nello sgombramento, quando il prezzo del solo trasporto sorpassa o raggiunge i centesimi dieci. In seguito a questo favorevole risultato, saranno prossimamente costruiti altri pozzi di smaltimento nelle località che più ne abbisognano, ossia dove il prezzo dell'accumulamento e del trasporto, cioè del completo sgombramento, supera i centesimi quindici al metro cubo; e non sarà il caso di applicare in grande qualsiasi altro sistema che importi in complesso una maggiore spesa unitaria.

1880-81 — Superficie sgombrata. — La superficie di suolo pubblico sgombrata dalla neve nell'ultimo inverno fu di metri quadrati 2,343,386,00 con un aumento di mq. 84,106,00 su quella sgombrata nell'inverno antecedente, e di mq. 1,278,711,00 sulla superficie che si sgomberava nel 1861, quando questo servizio fu affidato all'Ufficio d'Arte, che applicando il sistema dei cottimi, lo costituì su basi regolari. A dare un'idea complessiva di questo servizio negli ultimi ventidue anni, si uniscono nell'allegato B a pag. 70 quattro diagrammi; nel N. 1 sono indicati gli accrescimenti progressivi della superficie sgombrata.

Numero dei cottimi. — Il numero dei cottimi in cui furono divisi i tre compartimenti fu di 121, così distribuiti:

1° Compartimento . . .	N.	26
2° » . . .	»	44
3° » . . .	»	51
Totale		N. 121

Di regola generale la superficie dei cottimi è minore nei luoghi più frequentati; mediamente essi comprendono mq. 20 mila.

Numero dei lavoranti. — Per caduna nevicata il numero dei lavoranti e dei veicoli impiegati nello sgombrare è molto vario, e dipende principalmente dall'entità della nevicata e dallo stato meteorico. Se la neve caduta o che sta cadendo è in quantità tale da far supporre che in una sola mezza giornata di lavoro possa essere sgombrata, allora i cottimisti trovano pochi braccianti, poichè dovendo questi trarre alla città dai borghi circostanti, difficilmente vi si decidono se hanno la prospettiva di conseguire una minima mercede; ed è appunto in questi casi in cui si verifica il fatto, da taluni a torto lamentato, che s'impieghi tanto tempo a sgombrare una massima come una piccola nevicata. La persistenza poi nella caduta della neve o della pioggia, che spesso le tiene dietro, è altra causa efficientissima di ritardi nello sgombrare; poichè la maggior parte dei braccianti non avendo abiti da mutare quando sono inzuppati quelli che indossano, preferiscono ordinariamente di smettere il lavoro piuttostochè esporsi al pericolo di cogliersi gravi malanni; nè vale a trattenerli il provvedimento già da molti anni in vigore, di fornire ad essi gratuitamente un ricovero ben riscaldato e abbondantemente provveduto di paglia, ove possono anche passare la notte. Ad ogni modo, se si tenga conto di tutte le circostanze, il numero degli uomini impiegati è generalmente sufficiente, ed arriva talvolta fino a quattromila al giorno, con cinquecento e più carri, oltre gli spazzini ordinari.

Nello scorso inverno, per lo sgombrare della massima nevicata, che raggiunse appena quattordici centimetri di altezza, si impiegarono il 19 gennaio N. 3684 braccianti, e N. 475 carri ad un cavallo.

Numero delle neviccate — Altezza della neve. — Le neviccate furono in numero di sette, e caddero tutte nel gennaio 1881. La più copiosa fu la terza, fra il 18 e il 19, che si misurò di circa quattordici centimetri.

Le altezze così misurate non sono ordinariamente corrispondenti a quelle che sono indicate sui bollettini meteorologici a scopo scientifico e statistico; nè lo potrebbero essere, poichè le misure nell'interesse di questo servizio è necessario anzitutto siano prese successivamente e in vari punti, verificandosi sovente altezze ben diverse nelle varie zone, non solo della città, ma di uno stesso compartimento. Dovendo poi esse servire di base al pagamento di un lavoro, debbono essere soggette ad apprezzamenti svariati e non suscettibili di regola fissa, quali lo stato della neve, le condizioni meteoriche, l'ora in cui si comincia lo sgombrare e simili.

In complesso si pagarono nell'ultimo inverno:

Per il 1° compartimento	cent.	42,990
» 2° »	»	43,129
» 3° »	»	43,181

e così in media centimetri 43,10.

Come si scorge, le differenze di altezza della neve caduta nelle regioni della città non fu notevole, mentre in altri inverni si verificarono per una sola nevicata differenze anche di tre e più centimetri.

Dal diagramma N. II risultano le altezze complessive in centimetri della neve misurate negli inverni dal 1860 al 1881, colla durata anche complessiva in giorni, degli sgombri.

Costo della mano d'opera per lo sgombrare. — Nei due primi compartimenti, ove la neve è in genere accumulata e quindi sgombrata, il prezzo medio della mano d'opera risultò di L. 0,127 al mc. Questa cifra si può scomporre così: accumulamento, da 4 a 5 centesimi; trasporto a scarichi vicini da 5 a 7 centesimi. Per i trasporti a notevoli distanze il prezzo cresce fino a 15 centesimi che è il massimo, ed è pagato per un solo cottimo. Nel terzo compartimento la neve è di regola soltanto accumulata, e il prezzo medio, cioè quello che si ottiene tenendo conto anche delle poche zone nelle quali si fa il trasporto della neve, ammonta a L. 0,055 per mc.

Costo totale dello sgombrare. — Oltre le somme pagate ai cottimisti per la mano d'opera, sono a carico della città:

1° La provvista e la manutenzione degli attrezzi, come: carri a braccio (galeotte), partineve, carri — magazzino (forgoni) di ferro, badili, vanghe, raste, picconi, graffi, taglietti, scope, ventole, *spintoi*, torcie a vento, cordami, ecc. (1);

2° Custodia dei canali, sgombrare dei ghiacci dai medesimi, distribuzione delle acque, trasporto dei carri — magazzino e simili;

3° Provvista di materiali vari, sabbia, sabbione di cavo, segatura di legno, ecc;

4° Spese di direzione e di assistenza.

L'ammontare di tutte queste spese accessorie si mantiene generalmente fra il 20 ed il 25 per cento della somma che si paga ai cottimisti per la mano d'opera.

In via di approssimazione si può ammettere che allo stato attuale delle cose, la caduta di cadun centimetro di neve costa in complesso per il suo sgombrare alla città di Torino L. 2700,00.

Quando in un inverno la somma delle neviccate si mantiene al di sotto di 50 centimetri, questa cifra tende ad aumentare, e diminuisce invece alquanto allorchè le neviccate sono copiose e superano i 50 centimetri; il che facilmente si spiega osservando che una parte delle spese generali è costante o di poco varia, variando l'importanza delle neviccate.

Nel diagramma N. III sono segnate le somme che anno per anno si sono spese dalla città per questo servizio dal 1860 al 1881.

Concorso delle Società dei Tramways. — Nei capitoli di concessione dei Tramways, la città ha imposto l'obbligo alle Società concessionarie di concorrere nelle spese di sgombrare della neve in ragione di metri 3 di larghezza per cadun ml. di binario semplice, e di metri 6 per gli scambi ed i binari doppi. Questo concorso è pagato in seguito a regolare liquidazione che si fa dall'Ufficio d'Arte in base alle somme effettivamente pagate ai singoli cottimisti, coll'aggiunta del 20 per cento a titolo di rimborso per le spese generali.

Attualmente, essendo in esercizio circa kilom. 28 di Tramways della sola Società Belga, il concorso della me-

1) V. nell'allegato C l'inventario generale degli attrezzi.

desima ammonta a L. 123,60 per ciascun centimetro di neve caduta. A cominciare dall'inverno prossimo futuro saranno da aggiungersi i rimborsi delle altre Società che stanno impiantando nuove linee.

Concorso di privati. — In forza di un antico manifesto del Vicariato del 14 gennaio 1842, fin qui non abrogato, i proprietari, o per essi gli inquilini del pianterreno, di case prospettanti vie o piazze pubbliche, sono obbligati a sgombrare la neve dal tratto di via confrontante fino alla metà della medesima, e per una distanza di 6 metri se si tratti di una piazza. Questo provvedimento trova la sua spiegazione nell'esistenza in quei tempi di un rigagnolo (*doira*) lungo l'asse di tutte le vie, nel quale si immettevano le acque, ora scorrenti negli acquedotti coperti, allo scopo di esportare la neve. Per le successive trasformazioni del suolo viabile essendo ora affatto scomparsi i detti rigagnoli o cunette selciate, e l'acqua scorrendo del tutto in sotterraneo, i cittadini non riconoscendo un immediato vantaggio nelle succitate prescrizioni, di malavoglia vi ottemperano, e molti si rifiutano anche allo sgombramento del solo marciapiede.

Quantunque di regola generale gli stessi cottimisti a servizio della città sgomberino molto per tempo anche i marciapiedi, pure è evidente quanto riesca utile il concorso dei privati, specialmente nel caso di lunghe e copiose nevicate, e come sia poi assolutamente indispensabile che essi provvedano, dopo sgombrata la neve, allo spandimento di sabbia, cenere o segatura di legno, onde evitare gli sdruciolamenti, facilissimi sulle levigate lastre di cui sono formati i nostri marciapiedi; e nel regolamento generale di Polizia Urbana saranno appunto sancite analoghe prescrizioni, in conformità al disposto degli articoli 102 e 146 della legge sui lavori pubblici (20 marzo 1865).

La neve che cade nei cortili ed in altri luoghi interni può dai proprietari essere scaricata in appositi pozzi assorbenti praticati nei cortili; altrimenti deve essere a loro spese accumulata e trasportata o sulla pubblica via, o direttamente alle bocche di scarico negli acquedotti, prima che sia terminato lo sgombramento del suolo pubblico, sotto l'osservanza delle cautele e delle norme che in ogni caso speciale sono impartite dai capi-sezione, e sempre subordinatamente alle esigenze del servizio pubblico.

Conclusione. — Il sistema inaugurato fin dal 1860, e successivamente migliorato in tutti i suoi particolari, di sgombrare la neve dal suolo pubblico mediante cottimi, si può con sicurezza affermare che ha fatto buona prova, sia che si consideri per se stesso, sia che lo si paragoni al sistema esclusivamente in vigore fino al 1842 degli appalti a *forfait*, o a quello detto a *economia*.

Siccome però è innegabile che esso lascia qualche margine all'arbitrio, e non potrebbe essere diversamente, la Civica amministrazione ha fatto studiare nel 1876 se non sarebbe riuscito più conveniente il ritornare ad uno o più appalti, ma non a somma fissa, sebbene a misura. Già si erano apparecchiati i capitoli e le condizioni normali, quando un più maturo esame ha convinto anche i più riluttanti dei pericoli ai quali, sotto la specie di maggior regolarità, si esponeva la città. Infatti quantunque un contratto o più contratti nelle forme di legge, presentino un'apparenza di maggiori guarentigie, non corrisponderebbero però mai alle esigenze vere di questo servizio, che deve essere assicurato in modo assoluto, e rimarrebbe invece inevitabilmente sospeso ad ogni minima contestazione cogli appaltatori, e senza la possibilità di

poter provvedere ad economia, e se vuolsi anche a maggiori spese degli appaltatori medesimi, perchè mancherebbe il tempo, e non si saprebbe dove dar di capo per trovare i braccianti e i capi-squadra per sorvegliarli.

I cottimisti invece, non guarentiti da alcun contratto, ma solo affidati alla parola e alla discrezionale autorità dei rispettivi capi di compartimento, possono senza alcuna formalità essere licenziati in caso di negligenza nell'adempimento dei loro doveri, e facilmente se ne rimpiazza il servizio senza nocevoli ritardi, essendo limitate le zone a ciascuno di essi affidate, e quindi non troppo numeroso il personale che vi impiegano. E poi anche indubitato che questi cottimisti i quali direttamente sorvegliano i loro dipendenti, non hanno spese di amministrazione, e non debbono provvedersi di attrezzi, possono contentarsi di un prezzo molto minore di quello che sarebbe mestieri convenire con una o più imprese che sarebbero in condizioni opposte; senza contare poi che difficilmente si troverebbero concorrenti i quali, con prospettiva di poco, e in alcuni anni di nessun guadagno, sieno disposti a immobilizzare un ingente capitale, e a tenere disponibile un numeroso personale per l'assistenza.

Per queste precipue considerazioni la città di Torino ha continuato, e si crede continuerà, col sistema dei cottimi, che è anche seguito con buonissimi risultati dalla città di Milano (V. relazione Bignami-Sormani nel *Politico* del giugno 1880). Valendosi dell'esperienza si andranno introducendo di anno in anno tutti i miglioramenti di utilità comprovata, specialmente nella ripartizione dei cottimi e nella scelta dei cottimisti, i quali, a dir il vero, si assoggettano con sufficiente alacrità e buon volere alle dure esigenze di questo gravissimo servizio, che prestano per la massima parte da molti anni; essi ne sono in qualche modo gelosi e non lo abbandonano di loro impulso anche se gravemente multati.

Per sua parte, il personale dirigente composto di una ventina fra ingegneri, aiutanti ed assistenti, non risparmia fatiche e studi allo scopo di perfezionare viemmaggiamente questo speciale servizio, il quale non potendo essere completamente regolato da norme prestabilite e scritte, richiede un'attenzione continua, ed aggrava la responsabilità per le urgenti e talvolta importanti disposizioni che si devono prendere in ciascuna emergenza. Non sempre il pubblico apprezza al giusto valore le superate difficoltà, e non infrequenti si elevano anche lagnanze perchè il servizio non proceda sempre ed in ogni località con uguale sollecitudine; ma pur aspirando a maggior perfezione, si può ben dire che in massima i risultati che si ottengono sono già abbastanza soddisfacenti, poichè si avvera costantemente che nei luoghi più frequentati, prima delle 9 antimeridiane la neve è già accumulata, e se la nevicata non oltrepassa i 15 centimetri, è sgombrata nelle 24 ore; in tutto l'abitato poi l'accumulamento è fatto nella giornata, e lo sgombramento non dura più di altri due giorni. Nessuna città, nè all'estero, nè in Italia (eccettuata forse Milano) può vantare altrettanto.

V. l'Ing. Capo PECCO. Il Capo compart^{to} Ing. PRINETTI.

ALLEGATO A.

Istruzioni principali

per lo sgombramento della neve e ghiaccio a cottimo, in vigore dal 1865.

1.

L'obbligo che si impone col presente cottimo, è quello dello immediato spazzamento e sgombramento della neve che cadrà nell'intera invernata sulle strade, piazze, corsi e siti pubblici de-

signati nello apposito elenco per cadun lotto rispettivamente, compreso lo sgombrò dei ghiaccioli e della neve compressa e ghiacciata, ed il trasporto di quella che sarà estratta dai cortili privati in tempo utile secondo i regolamenti di polizia.

2.

All'Ufficio d'Arte però è riservata la facoltà di risolvere i patti, qualora considerazioni di ordine pubblico, od il caso di negligenza, o replicate mancanze del cottimista nello adempire all'obbligo suo, lo richiedessero.

3.

L'impresa è a misura, regolata dalla superficie di suolo pubblico fissata al cottimista, e dall'altezza che avrà raggiunto la neve in ciascuna nevicata.

4.

Il cottimista, per l'opera dello sgombrò, dovrà procurarsi il maggior numero possibile di giornalieri e mezzi di trasporto, preferibilmente appartenenti ai dintorni della località in cui risiede egli stesso, onde arrivare al sito del lavoro con buon numero di lavoranti, non dovendo far assegnamento sugli avvenziti da incontrare al momento del lavoro; ed in obbedienza a tale prescrizione sarà il cottimista tenuto a presentare all'Ufficio, a semplice richiesta, la nota degli uomini e mezzi accaparrati.

5.

In occasione di ogni nevicata eccedente un centimetro d'altezza, il cottimista dovrà trovarsi immancabilmente alle ore 6 mattutine, se la nevicata avrà cominciato nella notte, ed al mezzogiorno se nella mattina, al rispettivo magazzino di deposito degli utensili accompagnato dai suoi lavoranti.

Qualora il cottimista non si presentasse al sito fissato nel tempo stabilito, ovvero vi si trovasse con numero d'uomini insufficiente, sarà in facoltà dell'Ufficio d'Arte di far por mano allo sgombrò a spese del cottimista, licenziandolo anche immediatamente all'occorrenza, con diffidamento di non poter più per l'avvenire essere reimpiegato allo sgombrò in alcun compartimento.

Se però l'altezza della neve caduta non oltrepassa i due centimetri nell'interno dell'abitato, e centimetri cinque all'esterno, il cottimista dovrà attendere un ordine positivo per intraprendere lo sgombrò, sotto pena di non ricevere corrispettivo pel lavoro che fosse per fare.

6.

A ciascun cottimista sarà, in ragione dell'entità del suo lotto, fissata preventivamente una dote di utensili di proprietà del Municipio, che sarà suscettibile di aumento o diminuzione compatibilmente coll'andamento dell'intero servizio.

Ad ogni modo però il numero degli utensili d'ogni specie da assegnarsi al cottimista, sarà fissato sul sito dal capo sezione o chi per esso, in ragione dell'entità del lotto a lui affidato e della neve caduta.

Il cottimista, nel ritirare gli utensili che gli verranno accordati, dovrà rilasciare al magazzino regolare ricevuta numerativa e descrittiva secondo il modello in stampa.

Ogni sera gli utensili dovranno essere riconsegnati al magazzino, a meno che ad oggetto di facilitare il servizio dello sgombrò, e dietro speciale conoscenza del cottimista, il capo del compartimento, sulla semplice garanzia morale dello stesso, riconoscendo sufficientemente assicurato il civico interesse, stimi di lasciarli in consegna sino allo sgombrò totale delle nevicata.

Il magazzino nell'atto della riconsegna farà sulla ricevuta le opportune annotazioni.

La stessa ricevuta dovrà essere presentata all'Ufficio per la spedizione del deconto, nel quale si farà la deduzione del valore degli oggetti mancanti o degradati.

7.

I cottimisti e loro rappresentanti e subalterni dovranno essere subordinati ed ubbidienti agli ordini, anche verbali, dati dalle persone incaricate dall'Ufficio per la sorveglianza del lavoro, massime per la preferenza da darsi a certe vie e piazze sopra le altre, sotto comminazione, in caso di inobbedienza, di essere sul campo licenziati dal lavoro.

8.

Nel servizio il cottimista dovrà sviluppare attività e diligenza, ed occorrendo il caso dovrà lavorare anche durante la notte, massime nelle località ove siavi convenienza di approfittare dell'acqua scorrente nelle chiaviche, e non siavi pericolo d'ingombro nelle stesse. Ciò però sempre previa intelligenza col capo-sezione.

9.

Quanto al modo da tenere nel servizio dello sgombrò per lo spazzamento, ammassamento, scarico e trasporto della neve, il cottimista dovrà attenersi alle prescrizioni del regolamento di polizia che si riferiscono allo sgombrò della neve e del ghiaccio dal suolo pubblico della Città, nonché alle istruzioni che gli saranno impartite dai capi-compartimento e dai capi-sezione preposti alla sorveglianza di questo servizio.

10.

Si inculca in ispeciale modo sulla custodia dei tombini e chiusini che durante lo scarico della neve saranno muniti di apposite crociere di ferro onde evitare il pericolo di disgrazie, e di ostruire la sezione; infine sarà a cura e responsabilità dei cottimisti il far chiudere col coperchio o suggello ogni tombino appena cessato lo scarico della neve, ed alla sera cessando il lavoro.

11.

In occasione di gelo piuttosto rigido, occorrendo di spandere sabbia sul suolo ghiacciato, i cottimisti saranno tenuti a coadiuvarne lo spandimento, ed appena smette il gelo saranno in obbligo di sgombrare e trasportare i ghiaccioli rimasti. In questo caso sarà dato al cottimista un proporzionale compenso.

12.

Lo sgombrò della neve dal suolo dovendo essere in ogni parte completo, il cottimista, dopo eseguito il trasporto, dovrà riprendere il lavoro di spazzamento e sgombrò delle reliquie rimaste, ed eseguire la perfetta ripulitura del suolo, ed il lavoro non sarà ritenuto per ultimato se non in seguito a dichiarazione del capo-compartimento.

13.

Il corrispettivo è convenuto per ogni centimetro d'altezza di neve su tutta la superficie a sgombrare, al prezzo risultante dall'elenco relativo.

14.

L'altezza della neve caduta nei due primi compartimenti sarà misurata in caduno dei borghi della città, in vari punti del loro perimetro, e nelle piazze centrali.

Dal complesso di tali misure si ricaverà un'altezza media che dovrà servire di norma per i cottimi di uno stesso compartimento.

Per i cottimi del terzo compartimento si terrà conto delle altezze parziali misurate in ciascuna località.

15.

Il pagamento non avrà luogo se non dopo eseguito lo sgombrò totale dopo ciascuna nevicata, e sarà fatto dietro certificato del capo-compartimento, vidimato dall'ingegnere capo dell'Ufficio d'Arte, da cui risulti del lodevole esequimento del lavoro, e del quantitativo fatto, però sotto deduzione delle multe e di una ritenuta del 1/5 a garanzia degli utensili consegnati a ciascun cottimista, quando ne sia il caso.

Il pagamento della ritenuta sarà fatto a metà del mese di marzo, quando non sieno stati prima restituiti gli utensili.

Però dopo il primo giorno di sgombrò potrà essere pagato al cottimista un acconto dietro certificato del rispettivo capo-sezione.

L'acconto non potrà eccedere i 2/3 del prezzo del lavoro fatto; il 1/3 restante sarà pagato dopo lo sgombrò totale, salvo il disposto di cui sovra.

SGOMBRO DELLA NEVE NELLA CITTA' DI TORINO

DIAGRAMMI—ALLEGATO B

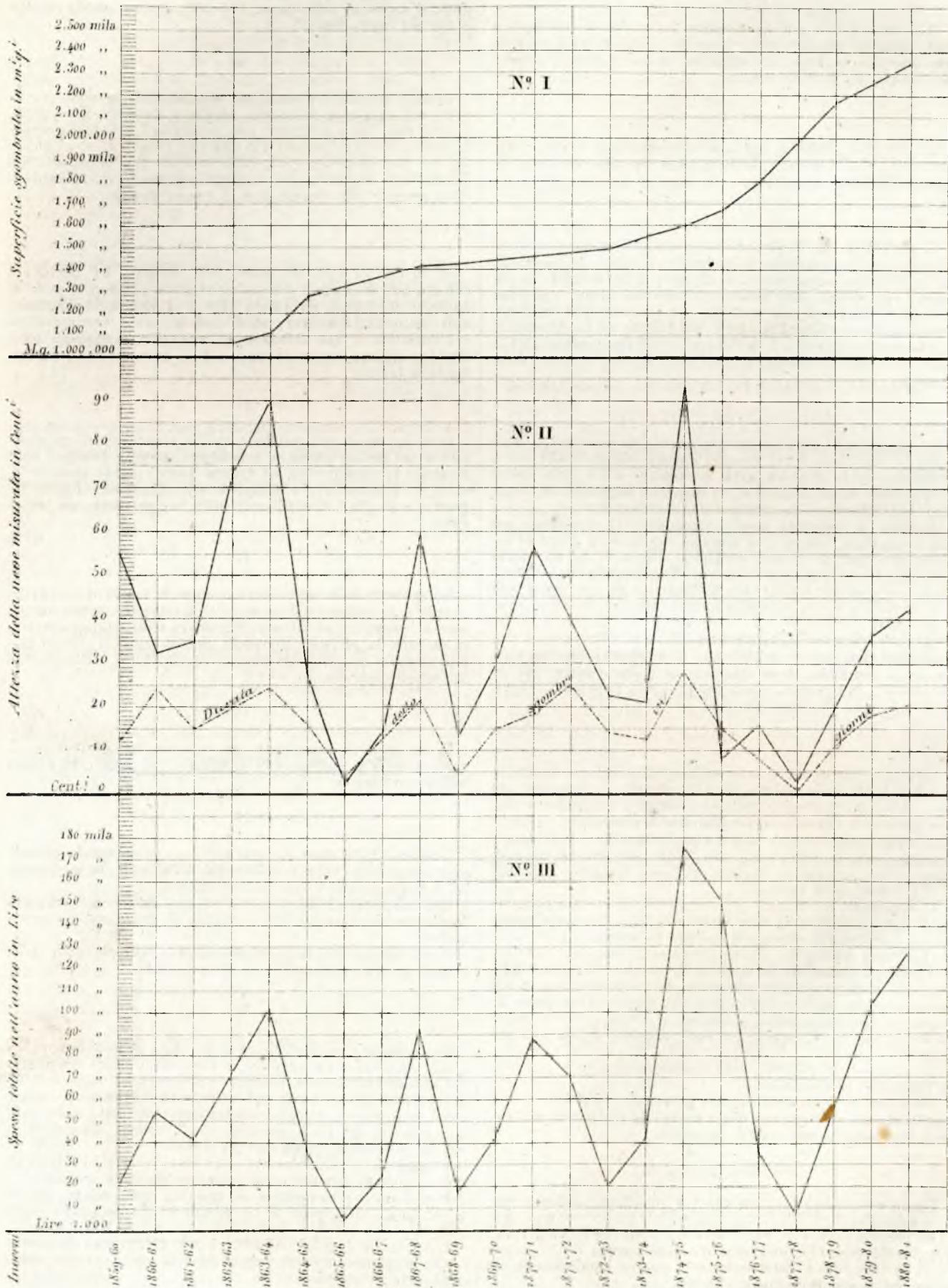


Fig. 40

ALLEGATO C.

Quantitativo degli attrezzi

che la Città di Torino tiene in magazzino
per il servizio dello sgombrare neve.

1.	Carri — magazzino di ferro (forgoni) . . .	N.	5
2.	» » di legno » . . .	»	3
3.	Badili e pale	»	4600
4.	Picconi	»	1200
5.	Taglietti	»	1800
6.	Raste	»	1000
7.	Graffi	»	54
8.	Pali di ferro	»	40
9.	Ventole e <i>spintoi</i>	»	400
10.	Galeotte (carri a braccio)	»	800
11.	Partineve	»	7
12.	Scope	Dozzine	320
13.	Scale	N.	8
14.	Crociere per chiusini	»	120
15.	Torchie a vento	»	300
16.	Lanterne	»	40
17.	Funi	Mg.	20

GEOMETRIA PRATICA

DESCRIZIONE ED USO DI UN NUOVO ARITMOGRAFO

Memoria di A. CASTIGLIANO,

Ingegnere delle Strade Ferrate dell'Alta Italia.

(Veggasi la tav. VIII).

1° Descrizione. — Lo strumento che prendiamo a descrivere è fondato, al pari dei regoli calcolatori e degli aritmografi già conosciuti, sull'impiego di una scala logaritmica, ma contiene una nuova disposizione per mezzo della quale si può ottenere un grado di precisione molto superiore a quello degli strumenti comuni, aventi le stesse dimensioni.

Il nuovo aritmografo si compone di due parti che chiameremo *la scala* ed il *compasso*.

Si immagini per esempio una scala logaritmica lunga un metro e divisa in 4 parti di 0^m,25, disposte l'una al disotto dell'altra, come è rappresentato nella figura 1^a della tav. VIII.

È noto che le scale logaritmiche si formano portando a partire dall'origine, delle lunghezze proporzionali alle mantisse dei logaritmi dei numeri: nel caso nostro la lunghezza della scala essendo di 1^m, si dovranno portare le lunghezze rappresentate dalle mantisse stesse. Quindi, se si misura per es. la distanza fra la divisione distinta col numero 3, e l'origine della scala, si trova che essa è di 0^m,4774, giacché la mantissa del logaritmo di 3 è appunto 4774. — È inutile avvertire che questa mantissa appartiene non solo al numero 3, ma anche ai numeri 30, 300, 3000; oppure ai numeri 0,3; 0,03; 0,003; e che i logaritmi di questi diversi numeri non differiscono fra loro che per la caratteristica. Perciò sulla scala non si sono scritti i numeri 1, 2, 3, ecc., ma bensì 10, 20, 30, ecc. 100.

Passiamo a descrivere la seconda parte dell'aritmografo, ossia lo strumento, che, avuto riguardo al suo uso, chiameremo *compasso*.

Questo strumento si compone di una piastrina di legno o di metallo avente la forma rappresentata nella fig. 2^a, sulla quale sono segnati quattro indici distinti colle lettere A, A', Z, Z'.

Essa porta sulla sua faccia superiore una riga metallica *r* a sezione trapezia col lato minore in basso, sulla quale scorre un piccolo pezzo metallico o cursore attraversato a sfregamento dolce in direzione perpendicolare alla riga da una verghetta metallica terminata all'estremità da una punta inclinata, che arriva sino al piano della scala e sulla quale è inciso un tratto, che per brevità chiameremo *la punta*.

Gli indici A e Z' di sinistra sono sopra una linea retta perpendicolare alla direzione della

riga, e così pure gli indici Z ed A': queste due rette sono alla distanza di 0^m,25 l'una dall'altra. Nel senso trasversale alla scala la posizione relativa degli indici A, A', Z e Z' è tale che disponendo il compasso parallelo ad essa, in modo che l'indice A cada al principio della seconda linea, l'indice A' cadrà al termine della prima; e disponendo il compasso in modo che l'indice Z cada al termine della terza linea, l'indice Z' cadrà al principio della quarta.

È molto importante osservare che questa deve sempre restare entro il rettangolo di cui A e Z sono due vertici opposti e che ha i lati maggiori paralleli alla riga.

Questo rettangolo è uguale all'altro B, C, C', B' (fig. 41) che contiene le quattro linee sulle quali leggonsi le divisioni della scala; perciò è chiaro che portando la *punta* sopra una divisione della scala cadrà sempre sulla scala stessa uno dei quattro indici A, A', Z, Z' e ne cadrà uno solo. Donde segue non potrà mai nascere alcuna incertezza nell'eseguire le operazioni.

Descritto così il nuovo aritmografo, occorre dimostrare ch'esso equivale ad una scala logaritmica disposta sopra una sola linea retta e coll'unità ripetuta due volte, ossia, equivale ad una scala logaritmica di Porro, o ad un regolo comune, della lunghezza di due metri.

Perciò esamineremo successivamente le operazioni che si possono fare con questo aritmografo, cioè la moltiplicazione, la divisione e la quarta proporzionale, supponendo sempre, come abbiamo fatto sin qui, che la scala sia divisa in quattro parti uguali, ciascuna delle quali perciò sarà $\frac{1}{4}$ della lunghezza totale, la quale si prende per unità di misura.

2° Moltiplicazione. — Supponiamo che debbasi moltiplicare il numero M pel numero N. Si porterà l'indice Z sul punto della scala corrispondente al numero M, e poscia si farà scorrere la *punta* per portarla all'origine della scala, ossia sulla divisione distinta col numero 10. Indi si solleverà tutto il compasso e si porterà parallelamente alla sua posizione primitiva in modo che la punta cada sulla divisione N.

Può darsi allora che cada sulla scala uno qualunque dei quattro indici Z, Z', A, A'; ora, dico che qualunque di essi cada sulla scala, esso vi indicherà un numero che è precisamente il prodotto $M \times N$.

Consideriamo distintamente i quattro casi.

1° Caso

in cui il risultato è indicato dall'indice Z (fig. 41).

Il logaritmo di M è rappresentato da

$$B_1C_1 + B_2C_2 + B_3M = \frac{1}{2} + B_3M,$$

e quello di N da

$$B_1C_1 + B_2N = \frac{1}{4} + B_2N;$$

quindi la loro somma, ossia il logaritmo del prodotto $M \times N$ è

$$\frac{3}{4} + B_3M + B_2N.$$

Ora, nel trasportare il compasso parallelamente alla sua posizione primitiva, tutti i suoi punti si spostano di una quantità uguale parallelamente alla direzione della scala; dunque si ha $B_2N = MK$ e perciò $B_3M + B_2N = B_3M + MK$

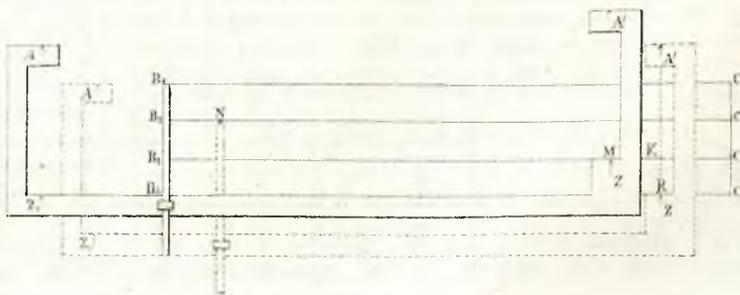


Fig. 41.

$= B_3K = B_4R$; cosicchè il logaritmo del prodotto dei numeri M ed N è $\frac{3}{4} + B_4R$. Ma questo è anche il logaritmo del numero R indicato sulla scala dall'indice Z , dunque il numero R è precisamente il prodotto dei numeri M ed N .

2° Caso

in cui il risultato è indicato dall'indice Z' (fig. 42).

In questo caso si ha

$$\log M = B_1C_1 + B_2C_2 + B_3M, \quad \log N = B_1N;$$

e siccome nel trasportare il compasso parallelamente alla sua primitiva posizione, tutti i suoi punti hanno percorso lo stesso spazio parallelamente alla scala, si ha

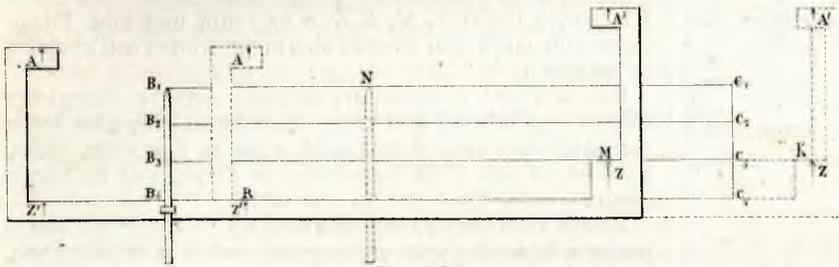


Fig. 42

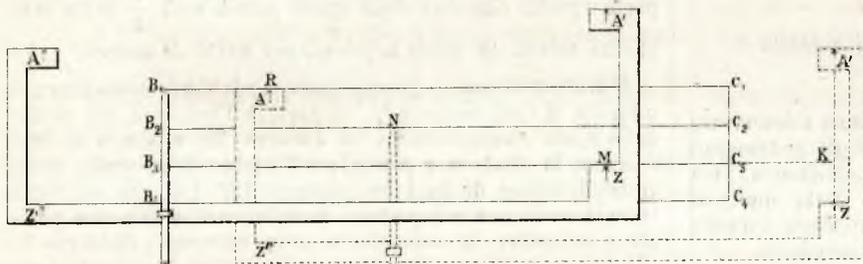


Fig. 43

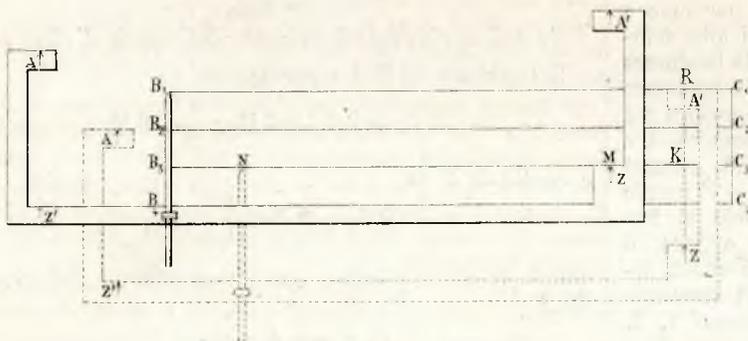


Fig. 44

$$B_1N = MK = MC_3 + C_3K;$$

e d'altra parte

$$C_3K = B_4R,$$

onde

$$B_1N = MC_3 + B_4R;$$

dunque il logaritmo del prodotto dei numeri M ed N è

$$(B_1C_1 + B_2C_2 + B_3M) + (MC_3 + B_4R)$$

ossia

$$B_1C_1 + B_2C_2 + B_3C_3 + B_4R,$$

ossia è precisamente uguale al logaritmo del numero R indicato sulla scala dal tratto Z' , come si voleva dimostrare.

OSSERVAZIONE. — Nei due casi qui sopra considerati, nei quali la lettura del risultato si è fatta coi tratti Z o Z' , la somma delle mantisse dei logaritmi dei due numeri dati, è minore della lunghezza della scala, ossia minore dell'unità. Quindi se si chiamano m ed n i numeri delle cifre intiere dei due fattori M ed N , è chiaro che la caratteristica del prodotto sarà uguale alla somma $(m-1) + (n-1)$ delle caratteristiche dei due fattori; quindi il numero delle cifre intiere del prodotto sarà $m + n - 1$, ossia sarà uguale alla somma delle cifre intiere dei due fattori meno una.

3° Caso

in cui il risultato vien letto coll'indice A (fig. 43).

In questo caso si ha:

$$\log. M = B_1C_1 + B_2C_2 + B_3M = \frac{1}{2} + B_3M;$$

$$\log. N = B_1C_1 + B_2N = \frac{1}{4} + B_2N;$$

$$\text{quindi, } \log. (M \times N) = \frac{3}{4} + B_3M + B_2N.$$

Ma ragionando come nei casi precedenti vedesi che

$$B_2N = MK = MC_3 + C_3K, \text{ e } C_3K = B_4R;$$

onde

$$B_3M + B_2N = B_3M + MC_3 + B_4R = \frac{1}{4} + B_4R,$$

e perciò

$$\log. (M \times N) = 1 + B_4R.$$

Dunque la mantissa del logaritmo del prodotto $M \times N$ è rappresentata da B_4R e perciò il prodotto stesso è il numero R indicato sulla scala dall'indice A .

4° Caso

in cui il risultato è indicato dall'indice A' (fig. 44).

Si ha qui:

$$\log. M = B_1C_1 + B_2C_2 + B_3M = \frac{1}{2} + B_3M,$$

$$\log. N = B_1C_1 + B_2C_2 + B_3N = \frac{1}{2} + B_3N,$$

onde $\log. (M \times N) = 1 + B_3M + B_3N$; ma è evidentemente $B_3N = MK$, e quindi $B_3M + B_3N = B_3M + MK = B_3K = B_4R$: dunque

$$\log. (M \times N) = 1 + B_4R$$

dunque infine la mantissa del logaritmo del prodotto $M \times N$ è uguale a quella del logaritmo del numero R , cioè questo numero è uguale a quel prodotto.

OSSERVAZIONE. Vedesi che in questi ultimi due casi considerati, nei quali la lettura del risultato si fa coll'indice A o coll'indice A' succede sempre che la somma delle mantisse dei logaritmi di M ed N è uguale all'unità più la mantissa del risultato; donde segue che la caratteristica del logaritmo del prodotto è uguale alla somma delle caratteristiche dei logaritmi dei fattori, più un'unità. Quindi chiamando m ed n i numeri delle cifre intiere dei fattori M ed N , la caratteristica del logaritmo del prodotto MN sarà $(m-1) + (n-1) + 1 = m + n - 1$, cioè il numero delle cifre intiere del prodotto sarà $m + n$. Dunque quando la lettura del prodotto si fa con uno degli indici A, A' , il numero delle sue cifre intiere è uguale alla somma dei numeri delle cifre intiere dei fattori.

COROLLARIO 1°. — Da tutti quattro i casi di moltiplicazione sopra considerati si scorge che se si porta il compasso

sulla scala in modo che uno dei quattro indici indichi un numero R, e se poscia si fa scorrer la punta finchè indichi un numero N, la punta si troverà rispetto agli indici nella stessa posizione come se si fosse portato il compasso sulla scala in modo da far corrispondere l'indice Z al numero M uguale al rapporto $\frac{R}{N}$, e la punta si fosse fatta scorrere sino a coincidere coll'origine della scala; cioè come se si fosse preso come fattore sul compasso, il valore del quoziente $\frac{R}{N}$.

Il portare sul numero R l'uno o l'altro degli indici dipende dalla grandezza relativa delle mantisse di $\log. R$ e $\log. N$.

Se la mantissa di $\log. R$ è più grande di quella di $\log. N$, si dovrà portare sul numero R della scala uno dei due indici Z o Z₁; se invece la mantissa di $\log. R$ è più piccola di quella di $\log. N$ si dovrà portare sul numero R uno degli indici A od A₁.

Non potrà del resto mai nascere alcun dubbio sul portare l'uno piuttosto che l'altro degli indici, non essendo in ciascun caso possibile se non una sola posizione del compasso.

COROLLARIO 2°. — Il numero R potrebbe essere l'unità: in tal caso la sua caratteristica essendo zero, ossia minore di tutte le altre, bisognerà portare l'indice A sull'origine B, della scala, e far scorrer la punta finchè cada sul numero N. La punta si troverà allora rispetto agli indici nella stessa posizione come se si fosse preso come fattore sul compasso il numero $\frac{1}{N}$ ossia il reciproco del numero N.

3° Divisione. — Il secondo corollario ci dà subito un modo di eseguire la divisione: difatti, se vuolsi dividere il numero M pel numero N, si metterà il compasso sulla scala in modo che l'indice A cada all'origine di essa (e quindi l'indice Z al termine), e si farà scorrer la punta finchè indichi il numero N. Allora questa punta si troverà nella stessa posizione rispetto agli indici come se si fosse messo l'indice Z sul numero $\frac{1}{N}$ e si fosse fatto scorrer la punta al principio della scala, cioè come se si fosse preso sul compasso il fattore $\frac{1}{N}$. Trasportando perciò il compasso finchè la punta cada sul numero M, uno dei quattro indici cadrà sulla scala e vi indicherà il prodotto $M \times \frac{1}{N}$, ossia il quoziente $\frac{M}{N}$.

Riguardo al numero delle cifre intiere si osserverà che se il numero N ne ha n, il suo reciproco $\frac{1}{N}$ ne ha $-n+1$. Quindi, secondo le regole già date per la moltiplicazione, il quoziente $\frac{M}{N}$, ossia il prodotto $M \times \frac{1}{N}$, ha $m+(-n+1)-1 = m-n$ cifre intiere, se il risultato vien letto con uno degli indici Z o Z₁, e $m+(-n+1) = m-n+1$ cifre intiere, se il risultato vien letto con uno degli indici A od A₁.

4° Quarta proporzionale. — Col nuovo aritmografo si può, non meno che collè comuni scale logaritmiche e coi regoli, trovare con una sola operazione la quarta proporzionale dopo tre numeri dati, ossia ottenere il risultato dell'espressione

$$\frac{M \times N}{P}$$

M, N e P essendo tre numeri qualunque.

Difatti, risulta dal corollario 1° del N. 2, che se si pone il compasso sulla scala in modo che uno degli indici cada sul numero N, e se si fa scorrer la punta finchè indichi il numero P, la punta stessa si troverà, rispetto agli indici, nella stessa posizione come se si fosse preso come fattore col compasso il numero $\frac{N}{P}$, cioè come se si fosse messo l'indice Z sul nu-

mero uguale al rapporto $\frac{N}{P}$, e si fosse poscia fatta scorrer la punta fino all'origine della scala.

Perciò, se dopo aver messo il compasso nella posizione sopradetta, lo si trasporterà in modo da far cadere la punta sul numero M, avverrà, come è stato dimostrato pel caso della moltiplicazione, che uno dei quattro indici cadrà sulla scala, e vi indicherà il numero uguale al prodotto $M \times \left(\frac{N}{P}\right)$, ossia precisamente la quarta proporzionale cercata.

Passiamo ora a determinare il numero delle cifre intiere del risultato; e chiamiamo perciò m, n e p i numeri delle cifre intiere di M, N e P.

Supponiamo dapprima il caso che la mantissa di $\log. N$ sia maggiore di quella di $\log. P$ nel qual caso bisogna portare sul numero N della scala uno degli indici Z o Z₁.

Il rapporto $\frac{N}{P}$ ha allora $n-p+1$ cifre intiere; quindi l'operazione fatta non essendo altro che il prodotto del numero M pel rapporto $\frac{N}{P}$, ne segue che la quarta proporzionale avrà $m+(n-p+1)-1 = m+n-p$ cifre intiere se esso vien letto con uno degli indici Z o Z₁, e $m+n-p+1$ cifre intiere, se vien letto con uno degli indici A od A₁.

Supponiamo ora che la mantissa di $\log. N$ sia minore di quella di $\log. P$, nel qual caso il numero N dev'essere letto sulla scala con uno degli indici A od A₁. Allora il rapporto $\frac{N}{P}$ ha $n-p$ cifre intiere, e perciò il pro-

dotto $M \times \left(\frac{N}{P}\right)$, ossia la quarta proporzionale, avrà $m+n-p-1$ cifre intiere se il risultato vien letto con uno degli indici Z, Z₁, e $m+n-p$, se il risultato vien letto con uno degli indici A, A₁.

Riassumendo queste quattro regole risguardanti il numero delle cifre intiere di una quarta proporzionale, vedesi che: Se tanto la lettura del numero N quanto quella del risultato si fa con uno degli indici A, A₁, oppure con uno degli indici Z, Z₁, il risultato ha $m+n-p$ cifre intiere. Se invece si legge il numero N con uno degli indici Z, Z₁, ed il risultato con uno degli indici A, A₁, il risultato stesso avrà $m+n-p+1$ cifre intiere.

Infine, se si legge il fattore N con uno degli indici A, A₁, ed il risultato con uno degli indici Z, Z₁, il risultato avrà $m+n-p-1$ cifre intiere.

5° Diverse forme dell'aritmografo. — Abbiamo sempre supposto fin qui che l'unità logaritmica sia di un metro e venga spezzata in quattro parti uguali. Ma è facile vedere che si potrebbe prendere la scala più lunga o più corta di un metro, e spezzarla in quante si vogliono parti uguali senza che cessino d'aver luogo le proprietà dimostrate nei numeri precedenti.

Così per es. si potrebbe senza difficoltà fare una scala coll'unità logaritmica rappresentata da 5 metri, e spezzarla in 10 parti uguali. Si otterrebbe così un aritmografo lungo 50 centimetri e largo 0^m,08 al più, il quale equivarrebbe ad un regolo calcolatore della lunghezza di 10 metri.

Vedesi dunque che il nuovo aritmografo permette di ottenere un alto grado d'approssimazione, anche mantenendo le dimensioni dello strumento entro limiti ristretti.

Quando non occorra molta approssimazione si potrà anche non spezzar la scala, ed ottenere allora uno strumento simile ai comuni regoli calcolatori, ma avente però una sola scala ed equivalente ad un regolo comune di doppia lunghezza. Io ho fatto costruire qualche aritmografo di questa forma, uno dei quali, in metallo, trovasi rappresentato nella fig. 7. Come si vede il compasso si riduce in questo caso ad una riga lungo la quale può scorrere un cursore munito di una punta che rasenta il lembo della scala: la riga stessa è scorrevole lungo quest'ultima, e porta due indici A e Z distanti l'un dall'altro di tanto quanto è lunga la scala. Questo aritmografo non è altro che un caso particolare di quello già spiegato, e perciò valgono

le stesse regole tanto per eseguire le operazioni (moltiplicazione, divisione e quarta proporzionale) quanto per trovare il numero delle cifre intiere del risultato. Basterà avvertire che non occorrono più in questo caso i due indici A' e Z, e ciò perchè il compasso non può che spostarsi parallelamente alla scala.

Benchè, come sopra si è detto, l'uso di questo aritmografo non differisca da quello dell'aritmografo a scala spezzata, ne riepilogheremo qui le regole:

MOLTIPLICAZIONE. — Si farà scorrere il compasso finchè l'indice Z indichi sulla scala uno dei fattori, e poi si farà scorrer la punta sul compasso finchè giunga all'origine della scala: indi si sposterà il compasso in modo da portare la punta sul secondo fattore, e il prodotto sarà indicato sulla scala da quello dei due indici A e Z che cadrà sulla medesima.

Chiamando m e n i numeri delle cifre intiere dei fattori, il prodotto avrà $m+n-1$ oppure $m+n$ cifre intiere, secondo che verrà letto coll'indice Z, oppure coll'indice A.

DIVISIONE. — Si disporrà il compasso in modo che gli indici A e Z cadano al principio e al termine della scala, e che la punta indichi il divisore; indi si farà scorrere il compasso finchè la punta cada sul dividendo, e il quoziente sarà indicato sulla scala da quello dei due indici A e Z che cadrà sulla medesima.

Chiamando m il numero delle cifre intiere del dividendo e n quello delle cifre intiere del divisore, il quoziente avrà $m-n$, oppure $m-n+1$ cifre intiere, secondo che il quoziente verrà letto coll'indice Z oppure coll'indice A.

QUARTA PROPORZIONALE. — Per ottenere il valore della quarta proporzionale $\frac{MN}{P}$, si disporrà il compasso in modo che uno degli indici A o Z cada sul numero N, e la punta cada sul numero P; indi si farà scorrere il compasso finchè la punta cada sul numero M della scala.

La quarta proporzionale cercata sarà indicata sulla scala da quello degli indici A o Z che cadrà su di essa.

Chiamando m , n e p i numeri delle cifre intiere di M, N e P, il risultato avrà $m+n-p$ cifre intiere, se tanto il numero N quanto il risultato saranno stati letti col medesimo indice; $m+n-p+1$ se il numero N sarà stato letto coll'indice Z e il risultato coll'indice A; $m+n-p-1$ se il numero N sarà stato letto coll'indice A e il risultato coll'indice Z.

6° Intorno al grado d'approssimazione degli aritmografi e dei regoli calcolatori. — Abbiamo detto nel N. 1°, che la scala logaritmica dei regoli calcolatori e dei nuovi aritmografi è tale che la distanza tra l'origine della scala ed il punto corrispondente ad un numero M, è uguale alla lunghezza della scala moltiplicata per la mantissa del logaritmo di M. Quindi chiamando a la lunghezza della scala ed m il numero delle cifre intiere di M, il punto della scala corrispondente a questo numero si troverà alla distanza dall'origine

$$a(\log. M - m + 1)$$

essendo $m-1$ la caratteristica di log. M.

Ora si ritiene generalmente che per le imperfezioni delle letture occorrenti in una moltiplicazione o in una divisione o in una quarta proporzionale si possa commettere un errore complessivo fra $\frac{1}{4}$ ed $\frac{1}{5}$ di millimetro, ossia fra $0^m,25$ e $0^m,20$. Noi ammetteremo, per maggior semplicità dei risultati che il massimo errore possibile, sia $\frac{0^m,4343}{2}$ che

è appunto compreso entro i due limiti sopra indicati. Ciò posto, se una moltiplicazione, od una divisione, od una quarta proporzionale dovrebbe dare rigorosamente il risultato M, è chiaro che eseguendola coll'aritmografo o con un regolo, la cui scala abbia la lunghezza a , essa potrà dare il risultato $M+\delta M$ oppure $M-\delta M$, essendo questi due numeri tali che la distanza fra i punti della scala che

vi corrispondono ed il punto corrispondente al numero M sia minore di $\frac{0^m,4343}{2}$. Dovremo dunque avere

$$a[\log. (M + \delta M) - m + 1] - a[\log. M - m + 1] < \frac{0^m,0004343}{2}$$

ed

$$a[\log. M - m + 1] - a[\log. (M - \delta M) - m + 1] < \frac{0^m,0004343}{2}$$

ossia

$$a \log. \frac{M + \delta M}{M} < \frac{0,0004343}{2}$$

$$a \log. \frac{M}{M - \delta M} < \frac{0,0004343}{2}$$

Ora si ha

$$\log. \frac{M + \delta M}{M} = \log. \left(1 + \frac{\delta M}{M} \right)$$

$$\log. \frac{M}{M - \delta M} = \log. \frac{1}{1 - \frac{\delta M}{M}} = -\log. \left(1 - \frac{\delta M}{M} \right)$$

e siccome il rapporto $\frac{\delta M}{M}$, ossia l'errore relativo è sempre una quantità molto piccola, si possono sviluppare in serie le quantità $\log. \left(1 + \frac{\delta M}{M} \right)$ e $\log. \left(1 - \frac{\delta M}{M} \right)$ trascurando le potenze di $\frac{\delta M}{M}$ superiori alla prima: si ottiene così, avvertendo che il modulo dei logaritmi volgari è 0,4343,

$$\log. \left(1 + \frac{\delta M}{M} \right) = 0,4343 \frac{\delta M}{M},$$

$$\log. \left(1 - \frac{\delta M}{M} \right) = -0,4343 \frac{\delta M}{M},$$

quindi le due disuguaglianze ottenute qui sopra, si riducono alla sola seguente:

$$a \cdot 0,4343 \cdot \frac{\delta M}{M} < \frac{0,0004343}{2}$$

ossia

$$\frac{\delta M}{M} < \frac{1}{2000 \cdot a},$$

ove la lunghezza a della scala dev'essere espressa in metri.

Nei comuni regoli calcolatori i quali hanno la lunghezza di $0^m,26$ e sui quali la scala ha la lunghezza di $0^m,125$ e trovasi ripetuta due volte, è chiaro che l'errore massimo possibile sarà $\frac{1}{2000 \times 0,125} = \frac{1}{250}$.

Nei regoli modificati da Mannheim, si possono eseguire le moltiplicazioni e le divisioni colle scale inferiori, che non essendo ripetute hanno la lunghezza di $0^m,25$: perciò in tali operazioni si potrà ottenere l'esattezza di $\frac{1}{500}$: però nelle altre operazioni ove si impiegano le scale superiori lunghe soltanto $0^m,125$, non si potrà ottenere che l'esattezza di $\frac{1}{250}$.

Nell'aritmografo descritto nella presente memoria, avente la scala di 1 metro divisa in quattro parti di $0^m,25$ si potrà ottenere l'esattezza di $\frac{1}{2000}$.

Infine nell'aritmografo descritto al n. 5, la cui scala trovasi sopra una sola linea retta, si potrà ottenere l'esattezza di $\frac{1}{500}$ se la scala è di $0^m,25$ e l'esattezza di $\frac{1}{1000}$ facendo la scala di $0^m,50$.

7° Considerazioni sull'uso degli aritmografi e dei regoli calcolatori. — Coloro che conoscono l'uso del regolo calcolatore

comune e che sanno come sul medesimo siano incise parecchie scale, e come si possano eseguire non solo moltiplicazioni, divisioni e quarte proporzionali, ma ancora estrazioni di radici quadrate e cubiche ed alcune operazioni trigonometriche e logaritmiche, non sapranno a prima giunta darsi ragione del perchè venga ora proposto un nuovo aritmografo contenente una sola scala e col quale non si possono eseguire che moltiplicazioni, divisioni e quarte proporzionali.

Quando si osserva però che i regoli comuni danno un'approssimazione che è quasi sempre insufficiente nelle operazioni comuni, e che perciò sarebbe utilissimo uno strumento che desse una maggior approssimazione anche rinunciando a qualcuna delle operazioni meno importanti, si comprenderà il motivo che mi ha indotto a studiare i nuovi aritmografi.

Occorre di più osservare che la molteplicità delle scale segnate sui regoli comuni ben lungi dal servire ad estendere l'uso di tali strumenti lo restringe moltissimo, perchè lo limita ai soli ingegneri, o più esattamente a pochi ingegneri, mentre è chiaro che uno strumento semplice per eseguire meccanicamente le operazioni numeriche potrebbe venir adoperato con vantaggio, quando desse un grado sufficiente d'approssimazione, da tutte le persone che debbono frequentemente eseguire simili operazioni.

Infine è da notare che tutte le operazioni che si possono fare coi regoli comuni all'infuori della moltiplicazione, della divisione e della quarta proporzionale, si potranno ugualmente fare col nuovo aritmografo, ma con molto maggiore facilità ed approssimazione, servendosi delle tabelle numeriche che trovansi in tutti i manuali. Difatti non è ragionevole calcolare grossolanamente e con qualche fatica per mezzo del regolo i quadrati, i cubi, le radici quadrate e le radici cubiche, mentre questi elementi trovansi già calcolati nei manuali comuni.

Se poi devesi moltiplicare un numero per la radice quadrata di un altro, si cercherà nelle tabelle questa radice e si eseguirà col nuovo aritmografo la moltiplicazione. Se vuolsi la radice quadrata od anche la radice cubica del prodotto, o del quoziente di due numeri, oppure di una quarta proporzionale, si otterrà col nuovo aritmografo il prodotto o il quoziente dei due numeri o la quarta proporzionale, e se ne cercherà la radice quadrata o cubica nelle tabelle numeriche.

Se vuolsi moltiplicare o dividere un numero pel seno o pel coseno, o per la tangente o per la cotangente di un angolo, si cercherà il valore *naturale* della linea trigonometrica nelle tabelle che trovansi nei manuali, e si eseguirà col nuovo aritmografo la moltiplicazione o la divisione.

In tutte queste operazioni l'aritmografo non viene adoperato che per fare moltiplicazioni, divisioni o quarte proporzionali, e perciò essendo pochissime e facili le regole per eseguire queste operazioni e per trovare il numero delle cifre intiere del risultato, riesce possibile l'acquistare molta pratica e speditezza nel maneggio dello strumento.

È da notare di più che col modo d'operare sopra indicato si ottiene in molti casi maggior speditezza che col regolo comune. Per es. se devonsi calcolare le coordinate rettangole x e y di un punto del terreno conoscendo la sua distanza orizzontale D dall'origine e l'angolo θ che fa col'asse delle x la proiezione orizzontale della retta che congiunge il punto coll'origine, si avrà

$$x = D \cos. \theta, \quad y = D \sin. \theta;$$

quindi preso sul compasso dell'aritmografo il numero D si eseguiranno le due moltiplicazioni mantenendo la *punta* nella stessa posizione rispetto agli indici, ciò che abbrevierà notevolmente il tempo occorrente.

Un vantaggio notevole poi presenta il nuovo aritmografo rispetto ai regoli comuni riguardo alla facilità della lettura, in ciò che tanto i dati quanto i risultati vengono sempre indicati da un tratto degli indici o della punta, mentre nei regoli occorre sempre di dover fare la lettura sopra una scala, in corrispondenza a punti non segnati sull'altra e la cui posizione devesi giudicare a vista.

TECNOLOGIA INDUSTRIALE

I FORNI A GAS E I COMBUSTIBILI ITALIANI

Monografia dell'ingegnere CELSO CAPACCI

(Vedi le tavole XI, XII e XIII dell'annata precedente).

CAPITOLO VI.

Applicazioni dei forni a gas.

Le applicazioni dei combustibili gassosi nel campo di ogni industria e soprattutto in quella metallurgica, sono ormai così estese e così importanti da convenire di raccoglierle in un solo insieme, onde dedurne un nuovo argomento dell'interesse dello studio che ho intrapreso a fare.

§ 1. — Classificazione dei forni a gas.

Cominciamo dal classificare i forni a gas secondo i tipi già esaminati in ogni singola parte nei capitoli precedenti.

Prendendo come carattere della classificazione i modi e i processi coi quali ha luogo la combustione nei differenti forni, si hanno i tre gruppi seguenti:

1° gruppo. — Gasogeno distante dal forno con interposto un raffreddatore od un purificatore. Aria e gas riscaldati simultaneamente in un recuperatore composto di 4 concamerazioni ad azione intermittente.

Siemens — tipo.

2° gruppo. — Gasogeno adiacente al forno. Aria riscaldata in un recuperatore unico ad azione continua.

Ponsard — tipo
Gaillard-Haillot } derivati
Flechner

3° gruppo. — Gasogeno adiacente al forno. Aria riscaldata col calore delle pareti.

Boetius — tipo
Bicheroux } derivati
Carinzia (di)

Ecco ora alcune osservazioni generali sopra i caratteri distintivi di ciaschedun gruppo.

I *forni del 1° gruppo*, tipo *Siemens*, hanno i caratteri distintivi seguenti:

a) Sono applicabili tanto coi gas provenienti da un gasogeno, che con quelli provenienti dagli alti forni. Questi ultimi gas dovendo esser freddi per esser puri, richiedono avanti la combustione di esser riscaldati in un recuperatore.

b) Permettono l'utilizzazione dei combustibili scadenti che danno gas poveri ed impuri.

c) I gas poveri ed impuri vengono purificati e quindi arricchiti nel purificatore che precede il forno, ed i gas puri e freddi sono poi riscaldati nel recuperatore.

d) Il recuperatore è semplice, solido ed efficace; è a circolazione in senso inverso delle fiamme perdute da una parte e del gas o aria dall'altra: riscalda per contatto con una parete calda.

e) Scaldando il gas e l'aria egualmente ed in un modo determinato, siamo certi della temperatura che produciamo nel forno.

f) Scaldando preventivamente il gas e l'aria ad elevata temperatura, siamo certi di produrre le più elevate temperature possibili.

g) Il recuperatore utilizza completamente il calore sensibile posseduto dalle fiamme perdute del forno.

I *forni del 2° gruppo*, tipo *Ponsard*, hanno i caratteri distintivi seguenti:

a) Non sono applicabili coi gas degli alti forni.

b) Esigono un combustibile di buona qualità onde avere gas puri.

c) Esigono gas puri ed asciutti perchè non ne consentono la purificazione.

d) Il recuperatore è complicato e delicato. È assai efficace perchè a circolazione continua a senso inverso delle fiamme perdute e dell'aria che si scalda pel calore che passa a traverso le pareti dei condotti ove circolano le fiamme.

e) I gas, sia perchè provengono da combustibili di qualità superiore, sia perchè vanno direttamente al forno senza esser soggetti a raffreddamento, contengono degli idrocarburi volatili che vengono utilizzati nella combustione;

f) Il recuperatore utilizza completamente il calore sensibile posseduto dalle fiamme perdute.

I forni del 3° gruppo, tipo Boetius, hanno i caratteri distintivi seguenti:

- a) Non sono applicabili ai gas degli alti forni;
- b) Esigono un combustibile di buona qualità onde avere gas puri;
- c) Non consentono la purificazione dei gas impuri e umidi;
- d) I gas provenendo da combustibili di qualità superiore e non richiedendo la purificazione contengono degli idrocarburi volatili utilizzati nella combustione;
- e) Il recuperatore è il più semplice possibile giacché non richiede una costruzione speciale altroché costruir vuote le pareti le più calde. Contribuisce alla conservazione del forno perché l'aria nel riscaldarsi toglie il calore alle pareti. Infine è efficace giacché soddisfa all'uopo;
- f) Il recuperatore utilizza solamente il calore perduto a traverso le pareti del forno. Le fiamme perdue di esso potranno dunque essere utilizzate ad altri scopi.

Se noi infine facciamo un paragone fra i tre tipi di forni a gas, al punto di vista della natura del combustibile in essi impiegato, possiamo esporre le considerazioni seguenti:

1° Pei gas degli alti forni, i quali non sono mai molto ricchi in elementi combustibili (C O), e che inoltre per esser puri debbono anche esser freddi, si richiede l'applicazione di un forno, tipo Siemens, che ne permette la purificazione ed il cui recuperatore riscalda preventivamente il gas e l'aria;

2° Pei combustibili di natura inferiore, come ligniti, legno fossile, torba, legno, i quali danno un gas impuro, povero ed umido si richiede egualmente l'impiego di un forno, tipo Siemens, il quale permette la purificazione dei gas ed il cui recuperatore serve a riscaldare preventivamente il gas e l'aria;

3° Pei combustibili di buona qualità, come il titantrace, l'antracite, il coke ed il carbone di legna, i quali danno un gas puro, ricco ed asciutto, si richiede l'applicazione dei forni dei tipi Ponsard e Boetius, perché il gas caldo e puro uscente dal gasogeno è utile vada direttamente al forno, e quindi convien solo scaldare nel recuperatore l'aria richiesta alla combustione.

In questo caso dunque, nel quale è possibile tanto l'applicazione del forno Ponsard che quello Boetius, occorre determinare quale dei due sia preferibile.

Questi due forni hanno a comune il modo con cui è fatta la gassificazione e la disposizione per la quale il gas dal gasogeno va direttamente al forno, mentre l'aria è riscaldata.

Differiscono però essenzialmente quanto alla costruzione ed al modo di recuperare il calore.

Il forno Boetius non richiede la costruzione di una camera speciale ove risiede il recuperatore, che nel caso del forno Ponsard è costoso e complicato. Invece a qualunque forno ordinario si può applicare il sistema Boetius, il quale consiste nell'addossare al forno un gasogeno ordinario a pareti vuote, nelle quali si farà il riscaldamento dell'aria.

Questo forno dunque presenta il massimo di semplicità, di leggerezza, di economia nel prezzo di costruzione e di applicabilità ai forni già esistenti.

Per determinare con cifre la differenza che passa nella costruzione dei due forni, dirò che mentre un forno da riscaldare il ferro completo del sistema Bicheroux (che è un perfezionamento del tipo Boetius) costa 6000 lire, lo stesso forno del sistema Ponsard ne costa 21000.

Sono inoltre da considerare le spese di mantenimento, che sappiamo esser grandi pel forno Ponsard e minime per quello Bicheroux.

Ma un'altra differenza essenziale esiste fra questi due forni, e risiede in ciò che nel forno Ponsard il calore delle fiamme perdue è utilizzato completamente nel recuperatore, mentre nel forno Boetius l'aria si riscalda a spese del calore perduto delle pareti del forno, senza richiedere il calore delle fiamme perdue, le quali restano per conseguenza disponibili per un'altra utilizzazione. Così, mentre nel forno Ponsard tutto il calore è in esso impiegato, in quello Boetius invece possiamo porre delle caldaie al suo seguito ed utilizzare il calore delle sue fiamme perdue alla produzione del vapore.

Questo vantaggio, come ho già detto altra volta, è grandissimo e potrebbe anche esser dimostrato numericamente con facilità.

Per tutte queste ragioni io ritengo che, pei combustibili di buona qualità cui questi forni sono riservati, il forno Boetius ed il suo derivato Bicheroux sieno da preferire a quello Ponsard, non tanto per l'economia della costruzione quanto per la maggiore economia di combustibile in cui si risolve l'utilizzazione delle fiamme alla generazione del vapore.

Nei paragrafi precedenti sono stati esaminati i forni a gas in ogni loro elemento, vediamo ora com'essi sono costituiti nel loro insieme.

Forni Siemens (tav. XI e tav. XII, fig. 1 a 3).

Il carattere essenziale di questi forni è di essere a ricorrenza, cioè di possedere due coppie di recuperatori, poste da una parte e dall'altra del suolo, in modo che la circolazione dell'aria e del gas da una parte e delle fiamme perdue dall'altra, possa essere invertita con apposite valvole e si effettui simmetricamente nei due sensi.

Forno da riscaldare e bollire il ferro (tav. XI). — La sezione longitudinale e la pianta sono simmetriche rispetto all'asse del forno. In *a* arriva l'aria atmosferica, in *g* il gas del gasogeno o dell'alto forno: *v* e *v'* sono le valvole le quali manovrate colle leve *m* ed *m'* servono a dirigere il gas e l'aria sia nei recuperatori *r* ed *r'* di destra sia in quelli di sinistra, e nello stesso tempo obbligano le fiamme perdue che hanno già circolato nei recuperatori, ad uscire per il condotto *c* che le dirige al camino.

Il gas e l'aria, dopo essersi riscaldati separatamente nei rispettivi recuperatori, arrivano in alto in contatto l'uno coll'altro, si mescolano e bruciano sul suolo *s* del forno. Le fiamme perdue escono dalla parte opposta del suolo, traversano dall'alto al basso i recuperatori, cedono loro il calore sensibile che possiedono, ed arrivate in fondo trovano la via aperta al camino.

Quando le camere che ora funzionano da riscaldatori hanno ceduto la maggior parte del loro calore al gas ed all'aria; e dall'altra parte le camere che funzionano da recuperatori del calore delle fiamme perdue si sono sufficientemente riscaldate, si manovrano le valvole, e facendole girare di 90° si inverte il funzionamento delle correnti e delle camere.

Per ogni forno e per ogni genere di operazione che noi vogliamo eseguire in esso, conviene determinare sperimentalmente la durata del periodo di tempo fra una inversione delle valvole e l'altra.

Nel forno da bollire il ferro che ora esaminiamo, i recuperatori sono camere ripiene di un reticolato di mattoni, secondo la primitiva disposizione ideata da Siemens. Questa corrisponde benissimo allo scopo, ogniqualevolta le fiamme perdue non trasportino delle materie pulverulenti, le quali ne potrebbero ostruire i meati. Ciò non avviene appunto nel forno presente, in quello per l'acciaio Martin, in quello per il vetro, la soda, ecc. ecc.

Forno da pudellare (tav. XII, fig. 1 a 3). — Questo presenta delle disposizioni speciali nel suolo e nei recuperatori, in virtù appunto del genere particolare di lavoro cui è destinato.

È noto come nel pudellaggio, al momento del ribollimento della ghisa contenuta nel bagnar, si producono delle proiezioni tenui di metallo e di scoria le quali vengono asportate dalla corrente gassosa e vanno a depositarsi nelle camere di ricupero, ostruendone i meati.

A quest'inconveniente si è rimediato modificando il suolo e le camere di ricupero, nel modo indicato nella figura.

Il forno è del sistema a ferro di cavallo, *s*, ove i gas entrano ed escono dalla stessa parete, in ghisa che, invece di traversarlo da una parte all'altra, danno luogo a dei turbini, i quali diminuiscono l'effetto di trascinamento meccanico delle proiezioni solide.

Le camere di ricupero *r* ed *r'* sono stese in piano e sovrapposte due a due. In esse i mattoni costituiscono delle pareti verticali disposte in modo da far circolare i gas a serpentino in lame di piccolo spessore, le quali si riscaldano per contatto fra due pareti calde. Con questa disposizione le polveri asportate dalle fiamme, depositandosi nelle camere, cadono sul fondo di esse e possono quindi essere facilmente tolte mediante apposite aperture. Del resto le fiamme, prima di arrivare ai recuperatori, passano nei condotti verticali *M* ed *N*, e quivi pure depositano una parte delle polveri più grosse.

In *v* e *v'* si vedono le valvole destinate alla manovra delle correnti gassose, in *g* ed in *a* passano il gas e l'aria, che arrivano al forno pei condotti *M* ed *N*.

In questo forno a pudellare si vedono prese delle precauzioni speciali onde assicurare un raffreddamento efficace alle parti delicate di esso. Così sotto il suolo vedesi una vasca in ghisa *b*, piena d'acqua corrente, la quale si evapora sottraendo il calore al suolo, ed il vapore poi è evacuato pel camino *C*. Il cordone del suolo è fatto con un tubo *d* in ghisa a circolazione d'acqua. Infine, perché gli operai non siano disturbati dal calore dei recuperatori sottostanti, essi hanno sotto i piedi un serpentino *e*, ove l'acqua circola prima di arrivare al tubo *d*.

Forno Ponsard.

Forno da bollire e riscaldare il ferro (tav. XII, fig. 4 e 5). — In *G* è il gasogeno che si avvicina come costruzione a quello di Siemens. I gas *g* svolgendosi da questo salgono direttamente per un condotto al ponte del forno. L'aria *a* entra alla base del recuperatore *r*, lo traversa circolando nei suoi condotti, esce poi alla parte superiore e per appositi canali è condotta al ponte del forno, ove è distribuita in lamine in direzione normale a quella della corrente del gas.

Le fiamme *f*, o gas bruciati, escono pel rampante, scendono nel condotto *M* e di qui passano nel recuperatore *r*, ove circolano nei condotti alternanti con quelli dell'aria onde cedere a questa il proprio calore, ed escono poi pel condotto *c*, che li conduce al camino.

La sezione del recuperatore mostra la disposizione data ai mattoni vuoti, onde formare i condotti per la circolazione continua in senso inverso dell'aria e delle fiamme.

Forno Boetius.

Forno da riscaldare il ferro (tav. XII, fig. 6 a 8). — In *G* è il gasogeno il quale presenta la disposizione vantaggiosa della grata inferiore fortemente inclinata.

Le pareti laterali e quella posteriore del gasogeno sono vuote e posseggono dei diaframmi che vi producono dei canali formanti serpentino. In questi l'aria entra dal basso, circola salendo e scaldandosi a spese del calore delle pareti del gasogeno ed esce poi dall'alto, sul ponte, ove avviene che la corrente di gas *g* è incontrata sotto e sopra da due correnti d'aria *a*, delle quali, quella inferiore è ad angolo retto, e quella superiore ha una certa inclinazione. Questo apparecchio di combustione è efficacissimo, giacché la corrente gassosa è in contatto sulle sue due faccie coll'aria comburente, e di più questa cadendo su di essa ad angolo, vi penetra e vi si mischia intimamente.

Il rimanente del forno non presenta nessuna particolarità. Le fiamme perdute sono rilasciate ad una utilizzazione qualunque (produzione del vapore).

Forno Bicheroux.

Forno da pudellare (tav. XII, fig. 9 e 10). — In *G* è il gasogeno, il quale ha il doppio vantaggio di avere la grata inferiore fortemente inclinata e la parete posteriore essa pure inclinata in modo da formare tramoggia colla parete anteriore. La ragione di questa disposizione è la seguente. Nei gasogeni che presentano delle pareti verticali a piombo sulla grata avviene che l'aria, la quale sceglie i passaggi di minor resistenza, piuttosto che circolare nei meati del carbone, striscia lungo la parete e si sottrae così all'azione della gassificazione. Questo difetto è presentato dalla parete posteriore del gasogeno Boetius. Nei gasogeni Siemens e Ponsard per evitare questo inconveniente si è pensato di fare sulla parete posteriore uno scalino all'altezza della grata, in modo che l'aria filtrando a traverso di questa, si trovi costretta a traversare la massa del carbone senza incontrare nessuna parete verticale. Però con tale disposizione avviene che sullo scalino si accumulano mano a mano le ceneri, le quali disponendosi secondo la loro pendenza naturale, formano artificialmente una parete inclinata che si avvicina a quella realizzata dal Bicheroux. Ecco dunque come questo inventore, colle sue pareti a tramoggia, ha evitato gli inconvenienti surriferiti, giacché l'aria non potrà strisciare lungo la parete posteriore inclinata.

L'aria *a* entra sotto il forno dalla sua parte posteriore, passa sotto il suolo *S*, circola quindi nel ponte e nella parete opposta a questo, scaldandosi a spese del calore delle pareti e del suolo, ed esce poi in lame opposte sottili ed in direzione normale a quella della corrente dei gas *g*.

Qui pure abbiamo un buonissimo apparecchio di combustione. La corrente gassosa è incontrata da lame d'aria calda cadenti ad angolo retto in modo che il miscuglio è rapido ed efficace.

In questo forno, le fiamme perdute restano libere per un'altra utilizzazione (produzione del vapore).

Forno di Carinzia.

Forno da bollire e riscaldare il ferro (tav. XIII, fig. 1 a 3). — Questo forno ed un altro analogo da pudellare furono impiantati a Lippitzbach per impiegare come combustibile il legno.

In *G* vedesi il gasogeno a grata e ad aspirazione naturale. Questo gasogeno presenta molti difetti come forma e come sistema di caricamento.

L'aria si scalda nei tubi *t* del cinerario, e sbocca poi al di sopra del ponte per un ugello facente un certo angolo colla direzione della corrente dei gas.

Le fiamme non sono utilizzate in nessun recuperatore inerente al forno e restano libere per una utilizzazione qualunque.

Questo forno di Carinzia, il quale non è che una modificazione di quello di Ebelmen, è stato poi il punto di partenza di una serie di forni analoghi costruiti in Svezia, in Austria ed in Italia (Lombardia).

Però tutti questi forni presentano dei difetti, non tanto come costruzione, quanto anche come disposizione. I gasogeni sono in generale difettosi nella loro forma; l'aria è scaldata in tubi metallici che hanno poca durata e giunture poco ermetiche, ecc.

Volendo mantenere simil genere di forni è necessario, a mio parere, per perfezionarli, avvicinarsi ai sistemi di costruzione ed alle disposizioni di Boetius e Bicheroux.

§ 2. — Applicazioni principali dei forni a gas.

Per dare ora un'idea dell'importanza e dell'estensione dell'applicazione dei combustibili gassosi nelle varie industrie, credo ben fatto scrivere, senz'altro commento, la nota delle industrie e dei forni a gas principali, in esse con vantaggio impiegati.

I. — Industria della ghisa.

1. Abbrustolimento e calcinazione dei minerali di ferro.

α — Forni alimentati col gas degli alti forni: — Forno di Danemora — Westmann — Fillafer, ecc. ecc.

2. Fabbricazione della ghisa.

Applicazione dei gas degli alti forni al riscaldamento del vento insufflato in essi: — Apparecchi a tubi — Whitwell — Cooper-Siemens — Cooper-Whitwell, ecc., ecc.

Applicazione del gas degli alti forni al riscaldamento delle caldaie della macchina soffiante e del montacariche: — Caldaie.

II. — Industria del ferro.

3. Pudellatura della ghisa.

α — Forni a gasogeno: — Forno di Carinzia — di Svezia — di Lombardia — Siemens — Ponsard — Boetius — Bicheroux, ecc.

β — Forni alimentati col gas degli alti forni: — Forno di Wasseralfingen — Siemens, ecc., ecc.

γ — Forni alimentati col gas delle paludi: — Forno di Campbell (Pensilvania).

4. Riscaldamento o bollitura del ferro.

α — Forni muniti di gasogeno: — Forno di Carinzia — di Svezia — di Lombardia — Siemens — Ponsard — Boetius — Bicheroux, ecc., ecc.

β — Forni alimentati col gas degli alti forni: — Forno di Wasseralfingen, Siemens, ecc., ecc.

γ — Forni alimentati col gas delle paludi: — Forno di Campbell (Pensilvania).

III. — Industria dell'acciaio.

5. Fabbricazione dell'acciaio fuso sul suolo per reazione. — Forno Martin-Siemens — Pernot-Martin-Siemens — Ponsard-Pernot-Martin-Bessemer.

6. Fabbricazione dell'acciaio fuso in crogiuoli. — Forno Siemens, Ponsard.

7. Fabbricazione dell'acciaio cementato. — Forno Siemens — Swindel (Pensilvania).

IV. — Estrazione diretta del ferro.

8. Riduzione diretta dei minerali di ferro. — Forno Siemens (rotator) — Ponsard, ecc., ecc.

V. — Industria dello zinco.

9. Forni di riduzione del minerale. — Forno Siemens — Loiseau — Ponsard.

VI. — Industria del nichelio.

10. Forni di abbrustolimento. — Forno Flechner, ecc., ecc.

11. Forni di affinazione. — Forno Siemens — Flechner, ecc.

VII. — Fusione dei metalli.

12. Forni per la fusione dei metalli in crogiuoli e sul suolo. — Forno Siemens, Ponsard, ecc., ecc.

VIII. — Industria della calce, gesso e laterizi.

13. Forni per la cottura della calce, gesso e laterizi. — Forno Hoffmann, Muller, Archereau, ecc., ecc.

IX. — Industria della porcellana, maiolica, ecc.

14. Forni per la cottura delle porcellane e maioliche. — Forno Siemens ecc., ecc.

X. — Industria del vetro e cristallo.

15. Forni per la fabbricazione del vetro e cristallo. — Forno Siemens — Boetius — Ponsard, ecc., ecc.

16. Forni per ricuocere il vetro e cristallo. — Forno Ponsard, ecc.

XI. — Industria della soda.

17. Forni per la fabbricazione della soda. — Forno Siemens, ecc.

XII. — Fabbricazione del gas illuminante.

18. Forni a storte per il gas-luce. — Forno Siemens — Ponsard — Gaillard, ecc., ecc.

XIII. — Riscaldamento delle caldaie.

19. Applicazioni dei gas, dei gasogeni e degli alti forni alla produzione del vapore.

Focolari a gas per le caldaie.

Noi vediamo dunque che i combustibili gassosi vengono oggi-oramente impiegati principalmente in 13 industrie a 19 operazioni differenti.

Nell'avvenire il numero dei casi di applicazione andrà ognor crescendo; fin d'ora però è sufficiente a dare un'idea dell'importanza straordinaria dei forni a gas nelle industrie. (Continua).

NECROLOGIA

L'architetto Davioud. — In pochi giorni un attacco di paralisi ha tratto a morte Gabriele Francesco Davioud, Ispettore generale onorario dei lavori di architettura della città di Parigi.

Il signor Davioud, era nato a Parigi il 30 ottobre 1824. Allievo della scuola speciale di disegno, e poi della scuola di belle arti, ottenne nel 1849 a Parigi il 2° gran premio di Roma; fu nominato nel 1855 architetto in capo del servizio delle passeggiate e dei piantamenti, agli ordini del sig. Alphand.

Sono dovute al sig. Davioud tutte quelle piccole costruzioni, tanto originali, e di carattere affatto speciale, le quali adornano l'entrata degli *squares*, ed in diversi punti il Bois de Boulogne ed il giardino di acclimatazione. Le inferriate del Bois de Boulogne e del Parc-Monceau, il restauro del molino di Longchamps, le serre della città, le tribune delle corse (queste ultime in collaborazione col sig. Bailly); la copertura del canale Saint-Martin e lo *square des arts et metiers*, sono tutti lavori eseguiti dal sig. Davioud, quando faceva parte del servizio del sig. Alphand.

Ma l'opera del Davioud non poteva essere limitata a codesti lavori, nei quali era questione più di buon gusto che di scienza. Ben altre incombenze dovevano segnalarlo ai suoi contemporanei.

E fece le sue prime prove nel 1850, costruendo il teatro d'Estampes, che gli valse il premio dipartimentale. Dal 1860 al 1862, costruì in piazza del Chatelet, a Parigi, il teatro lirico (ora teatro delle nazioni), ed il teatro del Chatelet.

Fra gli altri lavori suoi più importanti, notiamo ancora: la costruzione dei Magazzini riuniti, in piazza Château d'Eau, la fontana di San Michele, quella del Lussemburgo presso l'Osservatorio; e particolarmente nel 1877-78 in collaborazione coll'ingegnere Giulio Bourdais, il grandioso palazzo e la immensa sala delle feste al Trocadero che gli valse la croce di ufficiale della Legion d'onore.

Il sig. Davioud volle, a differenza di molti suoi colleghi, rimanere sempre estraneo ad ogni specie di combinazioni e raggrigi finanziari, qualunque fosse il lucro che ne avrebbe potuto ritrarre.

Egli aspirava ad essere membro dell'Istituto, ma non gli fu dato di vivere abbastanza, per ottenere codesto supremo posto d'onore.

Nelle ultime elezioni egli era candidato, e non riuscì; ma le prossime avrebbero potuto essergli favorevoli, e coronargli degnamente la carriera.

L. D.

BIBLIOGRAFIA

I.

Ricordo storico nazionale a Vittorio Emanuele II in Torino. — Relazione sui lavori, per il prof. Alessandro Antonelli. — Torino, 1881.

L'edificio iniziato dalla Corporazione Israelitica di Torino nell'anno 1863, a buon titolo denominato dalla voce pubblica la *Mole Antonelliana*, e di cui abbiamo dato i disegni nelle tavole V e VI, Anno I dell'*Ingegneria Civile*, è ora di proprietà municipale in seguito al voto consiliare del 25 giugno 1877 confermato il 15 aprile 1878.

Per ben nove anni i lavori di costruzione di quell'edificio, come i nostri lettori sanno benissimo, erano stati sospesi per ragioni essenzialmente finanziarie, e senza che una copertura qualsiasi ne difendesse il volto incompleto dalle intemperie.

Le acque cadenti sulle varie impalcature interne dei ponti di servizio scorrendo lungo le antenne e le travi orizzontali di collegamento, ne avevano compromessa la necessaria robustezza da doversi taluni dei grossi pezzi costituenti il *castello* cambiare, altri rinforzare con opportune incavallature. Tutto il legname del così detto *ponte reale* al primo terzo del volto, nonché quello delle altre impalcature che superiormente sono distribuite a varie altezze si dovette rinnovare; così le antenne di perimetro, formate da travi appaiate infisse nel suolo fin dall'anno 1864, si trovarono ridotte con un nucleo interno appena atto a sorreggere il proprio peso; d'onde l'imperiosa necessità prima di procedere ai lavori murali di complemento della cupola, di un

generale riattamento, ricostruendo anche le scale andatoie di servizio per gli operai.

Nel primo stanziamento per la ripresa dei lavori a carico del municipio non era fissata alcuna somma per le suddette opere di ristauo al *castello* generale dei ponti di servizio. Tuttavia tali opere ammontarono alla considerevole cifra di L. 17,377,44, come risulta dal seguente quadro fornito dalle registrazioni tenute per cura dell'ufficio d'arte:

Provvista di legname di larice rosso a	
grossa squadratura	L. 4362,57
Provvista per tavole di pioppo e di larice »	9421,18
Mano d'opera e assistenza	» 3593,69
	<hr/>
	L. 17,377,44

In questi lavori si impiegarono circa due mesi dell'anno 1878 e fu solo verso la metà del giugno stesso anno che si pose mano alla costruzione dei nove metri di volto che ancora rimanevano a giungere al doppio *anello* o *corona* di chiudimento della cupola.

Intanto l'onorevole Consiglio Comunale nella seduta 26 giugno 1878, sulla proposta del compianto avv. Alessandro Allis e dell'onorevole avv. Tommaso Villa, deliberava di fare di quell'edificio a dovere compiuto il *Museo Nazionale dell'Indipendenza Italiana*, a ricordo di Vittorio Emanuele II; e il 13 luglio stesso anno Re Umberto e la Regina, con spontanea iniziativa recatisi a visitare i lavori, vollero salire sulla più elevata piattaforma dei ponti per godere l'ammirando panorama della nostra città, gloriosa di aver dato loro i natali e d'essere culla della valorosa Dinastia Sabauda.

Nello stesso anno si poté compiere il volto e chiudere la doppia corona di contrasto della cupola quadrata, esempio unico finora.

Si raggiunse così l'altezza di metri 82,17, e da tale altezza già si scorge parte del piano di piazza Vittorio Emanuele, di piazza Castello ed il monumento a Cavour in piazza Carlo Emanuele.

Nello stesso anno si innalzarono pure le 76 colonne di granito rosso del peristilio, che circonda il tamburo della cupola a 33 metri circa di altezza dal suolo. Per il debole impegno messo dall'appaltatore dei capitelli in quell'anno, solo i lati di ponente e di mezzodi poterono essere coronati dalla trabeazione. Nella susseguente annata 1879 si ebbero dall'appaltatore i rimanenti capitelli e si compiva in ogni parte detto peristilio colla sua copertura terminata da adatto ambulacro, per governo dei 20 ampi finestroni semicircolari che illuminano, coi tre ordini di finestre rettangolari, l'aula.

Fra i lavori più urgenti quello di maggior importanza era la copertura dell'immensa cupola, misurante in superficie 3300 metri quadrati. La provvista delle occorrenti *lastre* di granito e di ben 2260 *lastre* di Luserna aventi le dimensioni di 1,60 × 0,95 × 0,035 veniva data ad appalto in base ad appositi disegni, perizia e capitolato allestiti e rimessi il 24 maggio 1879.

Tostochè si ebbero provvisti ed ultimati in cantiere, secondo i modelli, i 68 *beccatelli* o mensole di granito rosso con i 68 pezzi di granito bianco componenti la fascia di allacciamento delle *costole* alla base della copertura curva, si diede mano alla loro posa in opera.

Il provveditore della pietra di Luserna avendo incontrato serie difficoltà a fornire nel tempo prescritto le *lastre* delle dimensioni succennate, nell'anno 1879 si poté solo coprire due delle venti zone orizzontali in cui venne divisa la cupola, ed ognuna delle quali ha l'altezza di m. 1,685.

Occorse tutta la scorsa annata del 1880 per completare tale copertura, i cui particolari di costruzione meritano di essere presentati ai lettori in apposito articolo per il modo veramente ingegnoso, spedito e grandemente economico con cui si superarono felicemente le più gravi difficoltà, e colla vivissima soddisfazione che niun operaio si sia fatto il menomo male.

La formazione della galleria esterna, il compimento della cupola e la sua copertura erano lavori stati approvati dalla Giunta comunale su di un preventivo di L. 178625,96.

L'opera eseguita portò una spesa di L. 219000,00
Deducendo le opere di ristaurò ai ponti
di servizio non preventivate, e di cui
dicemmo più sopra, in » 17377,44

Restano quindi L. 201622,66

ossia ne risulta un'eccedenza sul preventivo di L. 22996,70 che non arriva al 12 per cento della somma preventivata.

Ora rimane a costruire il ballatoio ed il cupolino. L'importo preventivato dei graniti è di L. 56258, e la spesa complessiva del ballatoio e cupolino è di L. 110000 circa.

Codesto cupolino erasi in vero preventivo dietro il disegno di massima in L. 52532,64; ma nel disegno di esecuzione l'architetto aggiunse un ballatoio a mensoloni formante base al cupolino. E questo ballatoio importerà da solo la spesa di L. 20651,64.

Inoltre si pensò di fare in granito talune parti che prima erano progettate in muratura, e si dovettero aumentare taluni prezzi unitari, tali, ad esempio, quello del granito che da L. 230 al metro cubo (senza la posa in opera) s'è portato a L. 310 per la maggiore lavorazione prescritta e per il progressivo aumento della mano d'opera, nonché per la maggiore elevazione di metri 8,69 che nel disegno di esecuzione è venuto a ricevere il cupolino.

Questa maggiore altezza di metri 8,69 è dovuta in parte agli studi di composizione dei vari elementi delle ordinanze del cupolino, per modo che il complesso, avuto riguardo alla loro ubicazione, presenti quell'armonia di rapporti alle visuali del riguardante, che ove fosse eseguito il disegno geometrico di massima, risulterebbe per ragioni prospettiche alterata in maniera disagiata. D'altra parte il passaggio ideato dalla forma parallelepipedica della lanterna illuminante il volto alla forma cilindrica del cupolino mediante un tronco di cono che si innesta nei quattro frontoni di finimento concorre a questo maggior sviluppo portando l'edificio ad altezza pari a quella della magistrale cupola del Brunelleschi nell'insigne tempio di S. Maria del Fiore in Firenze.

Se si tien conto della natura eccezionale dell'opera, l'Antonelli può a buon diritto vantarsi di avere saputo contenere la spesa dell'edificio in limiti veramente modesti, essendosi finora spese:

Dalla Corporazione Israelitica . . . L. 589451,51
Dal Municipio nel triennio 1878-79-80 » 219000,00

Totale L. 808451,51

dalle quali è d'uopo togliere il valore dello spoglio di tutto il legname ed attrezzi diversi che non puossi esitare a valutare in L. 30000 almeno.

La costruzione del cupolino importerà, come si disse, la spesa di L. 110000; e per ultimo l'Antonelli ritiene che L. 251000 saranno sufficienti per le opere di finimento interne, per le quali si hanno già allestiti tutti i ponti di servizio. Né è a temersi che queste opere di complemento interno, cioè arricciature, stucchi, pavimenti, serramenti, non si siano potute valutare con un soddisfacente apprezzamento, poichè per la loro stessa natura non sono soggette a quelle eventualità inseparabili dalle opere di struttura di un edificio, ove molti dati sfuggono anche alle più minute accurate indagini e previsioni.

D'altra parte l'insigne architetto nel dare le ultime modalità dell'esecuzione non poteva a meno di attenersi al concetto di imprimere all'edificio un carattere più importante di quello che avrebbe avuto. Dovendo ora in esso accogliersi le sacre memorie del nostro risorgimento nazionale, formare una galleria di me-

dagioni, busti, statue dei Sommi Uomini che cooperarono all'Indipendenza Patria, nonché con bassi rilievi e pitture rappresentare i fatti precipui della Storia Italiana, e con tavole marmoree tramandare ai posteri i nomi dei prodi caduti nelle patrie battaglie, era di sommo decoro che all'esterno l'edificio rispondesse all'alto valore morale di quanto è destinato a contenere, mentre nell'interno pel visitatore, al cui cuore parlano già eloquentemente i preziosi ricordi, anche una semplice decorazione in cui non entrino nè marmi nè dorature, è sufficiente.

Che se poi il Consiglio torinese, che tanto altamente sente di sé, vorrà in progresso di tempo maggiormente onorare questa istituzione, potrà sempre applicarvi nuovi fondi a raggiungere col massimo decoro il nobile fine propostosi di tramandare ai posteri le memorie della gloriosa epopea a cui assistemmo, mentre per le opere di finimento della struttura esterna dell'edificio è indispensabile provvedervi ora con larghezza di concetto corrispondente all'istituzione; chè altrimenti non lo si potrebbe in seguito senza gravi difficoltà e molto maggior dispendio dell'attuale.

Infine è pure dover nostro di constatare che lo spirito che informa la Mole Antonelliana e le speciali disposizioni costruttive chiamano l'attenzione delle Scuole degli Ingegneri non solo, ma anche di dotti esploratori che di quando in quando vanno replicatamente sul luogo a farne memorie.

Nè vogliamo terminare questi pochi cenni senza tributare la nostra ammirazione all'insigne architetto che in sì grave età continua ad avere ardimenti giovanili rinvigoriti dalla più illuminata esperienza, e nulla risparmiava perchè la città di Torino continui a meritarsi sempre più un posto distinto nel bel numero delle altre città italiane sì belle per monumenti pregevolissimi di classica architettura.

G. S.

II.

Teoria e calcolo delle molle metalliche. — Memoria dell'ing. Angelo Bottiglia, prof. al Museo Industriale Italiano. — Torino, 1881.

La memoria fa parte del vol. XVI degli Atti della R. Accademia delle scienze di Torino.

Fra le tante applicazioni della teoria dell'elasticità, quella che riguarda la flessione ed il calcolo delle molle metalliche presenta un interesse grandissimo per gli ingegneri a motivo dell'impiego che se ne fa in molte macchine, e particolarmente nei veicoli delle strade ferrate, dei tramways, e via dicendo.

Molti insigni ingegneri meccanici, come Weisbach, Reuleaux, Wurster, Redtenbacher, Phillips ed altri trattarono quest'argomento, ed i loro lavori servono oggidì di guida a molti costruttori per il calcolo delle molle.

L'ingegnere Bottiglia si propose anch'esso lo stesso problema. Quanto a teoria egli preferì di scegliere la via che a lui parve la più naturale, di partire cioè dalle sei equazioni generali dell'equilibrio fra le forze esterne e le azioni molecolari interne dei corpi elastici, le quali giova per altro avvertire essere dedotte nella ipotesi della *flessione piana*. E quanto ad ipotesi l'autore dichiara d'aver preferite quelle poste da Redtenbacher, di cui ha in parte seguito le considerazioni.

Il lavoro è diviso essenzialmente in due parti: si studiano cioè in modo distinto le molle di *flessione*, e le molle di *torsione*.

Molle circolari ad una foglia. — Le più importanti fra le molle di flessione sono quelle formate di una o più lamine di acciaio a sezione rettangolare costante, sovrapposte ed incurvate ad arco di circolo. Incominciando dalle molle ad una sola foglia l'autore giunge alle seguenti formole definitive per il calcolo di tali molle

$$f = 0,002 \frac{l^3}{h} \quad p_1 = 6,66 \frac{ah^3}{l}$$

in cui f rappresenta la flessione della molla sotto l'azione del carico p_1 applicato all'estremità; l è la semicorda; a ed h la larghezza e lo spessore costante della lamina.

La prima delle equazioni fa vedere che la flessibilità della molla, a parità di corda, è in ragione inversa di h , mentre la seconda delle stesse equazioni dimostra che il carico p_1 è proporzionale al quadrato di h ; risulta da ciò poter avvenire che

per una flessione prescritta ed un carico imposto p_1 , si debba dare alla molla una larghezza a troppo grande, — ciò significherebbe che la molla non può in queste condizioni essere costruita ad una sola foglia, ma debbesi ricorrere alle molle a più foglie.

Molle a balestra. — Le molle composte di più lamine sovrapposte, a sezione rettangolare, dette molle a balestra, sono bene costrutte, ossia non vanno soggette al pericolo che si disgiacchino le foglie, e queste sono egualmente faticate tanto per rispetto alla flessione quanto agli sforzi di taglio, quando: 1° tutte le foglie hanno uguale spessore; 2° i momenti inflettenti nelle sezioni egualmente distanti dalla sezione d'incastro sono eguali fra loro; 3° la differenza fra il carico applicato all'estremità di ciascuna foglia ed il carico applicato all'estremità della successiva è costante. Partendo da queste condizioni, le quali sono date dalle equazioni d'equilibrio, l'ing. Bottiglia arriva per il calcolo delle molle a balestre, così dette *rettangolari*, in quanto le foglie hanno tutte la medesima lunghezza, alle equazioni:

$$f = 0,00133 \frac{l_1^2}{h} \quad \text{e} \quad p_1 = 6,666 n a \frac{h^2}{l_1}$$

con cui si determina la flessione f od il carico p_1 , corrispondente ad una molla già costruita; oppure alle equazioni:

$$h = 0,00133 \frac{l_1^2}{f} \quad \text{e} \quad n = 0,15 \frac{p_1 l_1}{a h^2}$$

con cui si determina lo spessore ed il numero delle foglie di una molla soggetta ad un carico determinato, e che deve inflettersi di una quantità prescritta.

L'esame delle equazioni d'equilibrio conduce pure l'autore a concludere che le molle a balestra a parità di spessore totale nella loro sezione d'incastro presentano una resistenza tanto maggiore e sono tanto più flessibili quanto più grande è il numero delle foglie che la compongono.

Nel caso di molle *trapezoidali*, ossia di molle a balestra a foglie di lunghezza decrescente, e decrescente per modo che la differenza fra le corde di due foglie successive sia una quantità costante ed equivalga ad $1/2$ della corda della prima foglia, si trova: 1° che i momenti inflettenti sono eguali per tutte le sezioni di qualunque foglia; 2° che ciascuna foglia, deformandosi, conserva la sua forma circolare, oppure si dispone secondo un arco di circolo, se prima era rettilinea; 3° che sono nelle condizioni di solidi di eguale resistenza, tanto rispetto alla flessione quanto agli sforzi di taglio.

Per queste proprietà le molle trapezoidali sono quelle più usate, specialmente nel materiale mobile delle ferrovie.

Per il calcolo delle molle trapezoidali servono le quattro formole su riferite per il caso delle molle rettangolari, solo cambiando il coefficiente 0,00133 delle espressioni di f e di h in 0,002.

Nel calcolo delle molle a balestra bisogna anche verificare se esse resistono agli sforzi di taglio; il pericolo esiste manifestamente sul tratto della prima foglia compresa fra la estremità di questa e la estremità della successiva. In pratica si rende la molla stabile anche rispetto allo sforzo di taglio, facendo le prime due o le prime tre foglie egualmente larghe; ma allora la molla vuol essere calcolata considerandola come composta di due molle distinte, una superiore rettangolare e l'altra trapezoidale.

Molla a spirale piana. — Una molla di sezione costante e di lunghezza l , piegata a spirale d'Archimede, fissata per un'estremità esterna e sollecitata a quella interna da una forza P , contenuta in un piano parallelo a quello della spirale, ed operante con un braccio di leva r , può essere calcolata praticamente colle seguenti formole:

Se la molla è di sezione *rettangolare* di lato minore b , c , maggiore a , si ha:

$$Pr = 6,66 ab^2$$

e dicendo f lo spazio circolare percorso dal punto di applicazione della forza, ossia ciò che dicesi la flessione della molla, si ha:

$$f = 0,004 \frac{r}{b} l$$

Se la molla è di sezione circolare, di diametro d , le due equazioni diventano:

$$Pr = 4d^3 \quad \text{ed} \quad f = 0,004 \frac{R}{d} l$$

Molle ad elica cilindrica. — Se la molla è foggiate secondo un'elica cilindrica di raggio p , fissata ad una estremità e sollecitata all'altro estremo da una forza P , perpendicolare all'asse dell'elica ed applicata a distanza r da questo, l'A. arriva alle

stesse formole che per le molle a spirale piana, tanto per molle a sezione rettangolare che per molle di sezione circolare.

Tanto per le molle a spirale che per quelle ad elica, l'angolo di flessione è proporzionale al momento inflettente.

Molle di torsione. Molte volte nelle molle non ha luogo una semplice flessione, ma è cimentata anche la resistenza elastica alla torsione. Le molle di torsione più usitate sono foggiate ad elica, cilindrica o conica, e sollecitate da una forza diretta secondo il suo asse.

Nelle molle ad *elica cilindrica* vengono provocate le resistenze agli sforzi di taglio, alla torsione, ed alla flessione, ma quest'ultima è trascurata in pratica, epperò queste molle si considerano come soggette alla sola torsione.

Per le molle ad elica cilindrica aventi sezione circolare di diametro d servono le formole

$$f = 0,04018 n \frac{r^2}{d} \quad P = 6,28 \frac{d^3}{r}$$

in cui r è il raggio dell'elica, ed n il numero delle spire. Convien poi ancora verificare la stabilità relativa agli sforzi di taglio secondo la formola:

$$\frac{P}{d^2} < 40,80$$

Per le molle ad elica cilindrica di sezione rettangolare di lato a parallelo e b perpendicolare all'asse servono le formole

$$f = 0,04018 \frac{nr^2}{0,46 + 0,96 a}$$

$$P = 5,333 \frac{ab}{r} (0,46 + 0,96 a)$$

alle quali si aggiunge per la verifica agli sforzi di taglio

$$\frac{P}{ab} < 32$$

Per le molle ad *elica conica* l'autore esamina quelle aventi il loro asse disposto secondo una linea che è su di una superficie di rivoluzione e che proiettasi su di un piano perpendicolare all'asse della superficie secondo una spirale d'Archimede. Questa ipotesi, oltre ad essere più conforme alla disposizione che hanno in pratica queste molle, specialmente se applicate ai respintori dei veicoli di ferrovia, conduce anche a formole più facili per la pratica.

Dal confronto delle equazioni di equilibrio si deduce: che a parità di numero di spire e con egual raggio alla base inferiore, le molle ad elica conica presentano una flessibilità che è la quarta parte di quella delle molle ad elica cilindrica avente la stessa sezione trasversale.

Se la molla è d'acciaio ed ha sezione circolare di diametro d servono le due formole:

$$f = 0,010045 n \frac{r^2}{d} \quad P = 6,28 \frac{d^3}{r}$$

Se ha sezione rettangolare di lato maggiore a e minore b servono queste altre:

$$f = 0,010045 n \frac{r^2}{0,46 + 0,96 a}$$

$$P = 5,333 \frac{ab}{r} (0,46 + 0,96 a)$$

Si usano talvolta molle, le quali possono considerarsi come due molle coniche riunite per la loro base inferiore; il calcolo di queste molle si farà considerandole come due molle coniche.

Molle soggette ad urti. — Se l'urto è prodotto da una massa m di velocità v , la quale urtando contro la molla vi produca la flessione f si ha

$$P = \frac{mv^2}{f}$$

epperò le molle soggette ad urti si calcolano come molle caricate d'un peso morto eguale alla forza viva della massa urtante divisa per la flessione che si vuole ottenere dalla molla.

Tutte le formole surriferite sono abbastanza semplici e di facile applicazione; l'autore inoltre asserisce di avere ottenuti risultati soddisfacenti applicandole a molle già in opera. Ed è perciò che si decise a farne oggetto di una Memoria. E per gli stessi motivi noi le abbiamo qui riassunte per comodità di coloro a cui bastano le formole finali, come incontrarsi nei prontuari. Chi desiderasse invece studiare bene l'argomento non ha che a consultare la Memoria in disteso.

G. S.