

L'INGEGNERIA CIVILE

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Ogni numero consta di **16** pagine a due colonne in-4° grande, con coperta stampata, con incisioni nel testo e disegni litografati in tavole a parte.

Le lettere ed i manoscritti relativi alla compilazione del Giornale vogliono essere inviati alla **Direzione** in **Torino, Via Carlo Alberto, 4.**

Il prezzo d'associazione
PER UN ANNO
è di **Lire 12 in Italia**
e di **Lire 15 all'Estero.**

Per le associazioni, le inserzioni, i pagamenti, ecc. rivolgersi agli **EDITORI Camilla e Bertolero** in **Torino, Via Ospedale, N. 18.**

Non si restituiscono gli originali nè si ricevono lettere o pieghi non affrancati.

Si annunziano nel Giornale tutte le opere e gli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

SOMMARIO.

SCUOLA DI APPLICAZIONE DEGLI INGEGNERI IN TORINO. — Visita ai lavori del Gottardo.

IDRAULICA PRATICA. — Sulle turbine a distribuzione parziale (con una incisione nel testo).

FISICA INDUSTRIALE. — Nuovi apparecchi di fotometria (con 7 incisioni nel testo).

SUNTO DEI LAVORI DI ASSOCIAZIONI SCIENTIFICHE. — Accademia delle Scienze di Parigi. — Istituzione degli Ingegneri Civili a Londra.

BIBLIOGRAFIA. — Sulle costruzioni e manutenzioni stradali. — Ferrovie a cavalli. — Studi sui minerali del Lazio. — Il repertorio delle miniere.

SCUOLA DI APPLICAZIONE DEGLI INGEGNERI IN TORINO

CORSO DI MACCHINE A VAPORE E FERROVIE

Visita ai lavori della Galleria del Gottardo.

In quest'anno era nel programma delle esercitazioni pratiche di macchine a vapore e ferrovie anche la visita agli importantissimi lavori del Gottardo; la partenza ebbe luogo il 3 del mese di luglio p. p., di buonissima ora, dalla stazione di Porta Nuova, accompagnati dal chiarissimo professore commend. Cavallero e dall'egregio ingegnere Bottiglia.

I.

Giunti a Novara ci siam diretti ad Arona ove ebbe luogo l'imbarco sul piroscafo *il Ticino* stato messo intieramente a nostra disposizione; essendochè il professore al diletto di un bel tragitto sul lago, aveva pure divisato di aggiungere un primo ammaestramento. Noi ci facemmo allora a studiare la macchina motrice, a rilevare i dati necessari al calcolo del lavoro motore sviluppato dal vapore sullo stantuffo dei cilindri essendosi a tale scopo applicato l'indicatore delle pressioni, e rilevati durante il tragitto buon numero di diagrammi.

La caldaia di questo vapore consta di un sol corpo cilindrico a due focolari interni e con regresso di fiamma. La macchina motrice è del sistema Wolf, a due cilindri oscillanti, con condensazione. Il propulsore consta di due ruote a pale articolate della circonferenza media di m. 10,048. La lunghezza del piroscafo è di m. 39,52, la larghezza massima della sezione maestra m. 4,90; corre colla velocità di chilometri 21,250 all'ora avanzando di m. 8,437 per ogni giro delle ruote a pale ed abbruciando chilogr. 12,84 di carbon fossile per ogni chilometro percorso. Il lavoro indi-

cato risultò di 150 cavalli-vapore, numero questo da intendersi riferito alla condizione di piccolo carico in cui trovavasi il battello al tempo della nostra prova.

Nel susseguente giorno di viaggio, che fu impiegato a recarci sino all'imbocco della grande galleria, abbiamo pure avuto a sperimentare nel tronco di ferrovia già in esercizio Locarno-Biasca, la maggiore comodità delle vetture appartenenti al sistema articolato americano, e lungo la linea fissava particolarmente il nostro sguardo la eleganza delle case di guardia e la grandiosità delle ben architettate stazioni. Più in su, lungo la valle del Ticino, tra Biasca ed Airolo scorgevansi ovunque innumerevoli paline piantate nel suolo e tratto tratto alcuni capisaldi, indizii certi dei lunghi studi di rilevamento.

II.

Eccoci finalmente ai piedi del paese di Airolo, ad un'altezza sul livello del mare di 1145 metri, di dove compariva al nostro guardo, a destra salendo la valle, l'imbocco sud della grande galleria. Tutto all'intorno sta il cantiere composto di vari edifizi per le macchine, le officine, i magazzini, gli ufficii, le case di abitazione, ecc. Da quell'oscura bocca che si apre nella montagna, entro cui il lavoro non si sospende mai, ad uno ad uno uscivano in fila gli anneriti minatori per riposarsi dalla dura fatica, mentre altri entravano in loro vece. Oh quivi non c'è più il silenzio delle percorse vallate; è il lavoro potente degli uomini, è quello più gigante delle macchine che infondono anima e vita a questi luoghi.

Ricevuti con molta cortesia dal signor ingegnere Mauris, capo-servizio, e dal signor dottore Giaccone, medico del cantiere, si cominciò a visitare ogni cosa e nell'ordine voluto.

Per la necessaria forza motrice si dovette trar partito delle acque dei vicini torrenti a rapidissimo declivio. Una presa d'acqua fu fatta dal torrente denominato la Tremola, creando la considerevole caduta di m. 180 con una condotta lunga m. 841, del diametro di m. 0,62, dalla quale risulta una portata media di 300 litri al 1". Ed era questa la sola sorgente di forza motrice che dapprima esistesse; ma poscia in causa della deficienza d'acqua verificatasi in certe epoche, si pensò supplire con altra derivazione più grossa dal Ticino, e per la quale occorre una condotta della lunghezza di ben tre chilometri attraversante una scogliera dirupata, frastagliata da burroni e sconvolta da valanghe. Questa difficile condotta non è per anco compiuta, e sarà capace della portata di 1000 litri e più per 1", ed avrà una caduta di m. 90.

Intanto l'acqua derivata dalla Tremola muove già quattro turbine tangenziali ad asse verticale, della forza ciascuna di 200 cavalli, con m. 1,20 di diametro e cento palmette giranti colla velocità di 350 giri al minuto. Il distributore

abbraccia $1/8$ della circonferenza e l'acqua esce da cinque bocche rettangolari in direzione tale da formare angolo acutissimo colla tangente alla ruota. Un'apposita valvola in forma di cassetto cilindrico regola la distribuzione dell'acqua. L'albero orizzontale di ciascuna turbina, mediante una sola coppia di ruote dentate, trasmette il movimento a velocità ridotta agli alberi orizzontali maestri posti su di una sola linea, ed i quali danno 80 giri al minuto.

I compressori quivi adoperati sono quelli a tromba, del distinto scienziato, il professore Daniele Colladon, di Ginevra, al quale qui intendiamo di porgere i più vivi nostri ringraziamenti per quanto fece a ciò che la nostra accoglienza ai due imbocchi riuscisse di tanto superiore alla nostra aspettazione. I suoi perfezionati meccanismi risolvono in modo abbastanza pratico e soddisfacente quelle tante e tanto serie difficoltà nello studio delle quali già ebbero ben meritato vanto gli illustri ingegneri del primo traforo delle Alpi al colle di Fréjus.

Il problema pratico da risolvere è pur sempre quello di avere in poco spazio, economicamente ed in breve tempo una grande quantità d'aria compressa, ed a questi requisiti rispondono oggi i compressori a tromba del prof. Colladon, i quali nel cantiere di Airolo sono in numero di quindici, tre a tre aggruppati si da formare cinque gruppi eguali e distinti. È noto soprattutto che la parte più ingegnosa ed essenziale di queste macchine del prof. Colladon sta nei differenti mezzi coi quali si opera il raffreddamento dell'aria. Una prima corrente continua d'acqua fredda entra pel gambo dello stantuffo che è vuoto e poi ritorna fra esso ed una scorza cilindrica che lo circonda, permettendo altresì per apposite luci all'acqua di entrare nelle cavità dello stantuffo. Oltre a ciò, tutto intorno al cilindro ed alle sue basi sta un involuppo d'acqua compreso tra le due pareti e che pur essa continuamente si rinnova; infine un ben diretto spruzzo d'acqua in goccioline piccolissime nell'interno del cilindro priva l'aria di quasi tutto il calore eccedente e fa l'effetto altresì di una buona lubrificazione tra lo stantuffo e la parete interna del cilindro stesso. In merito di codesti diversi artifici di raffreddamento, dobbiamo pure notare che quando ebbe luogo la nostra visita, tutti erano abbandonati, ad eccezione del getto d'acqua immesso direttamente nell'interno del compressore.

Le tre manovelle dell'albero orizzontale che muove ciascuna terna di compressori essendo tra loro alla distanza angolare di 120° si poté fare a meno dei volanti. Le quattro turbine sono così disposte per rispetto ai cinque suaccennati gruppi di compressori, che si può facilmente, in caso di bisogno, per riparazione od altro, dar moto con una turbina all'uno o all'altro di due di essi indifferentemente. La quantità d'aria compressa somministrata da quattro soli di questi gruppi è di circa 1000 m. c. alla pressione di sette atmosfere effettive, la quale dilatata nell'interno della galleria si espande fino ad occupare un volume di 8000 m. c., quantità più che sufficiente a rinnovare l'aria viziata dagli operai che vi lavorano dentro, dalle lampade accese, non che dai gas prodotti dallo scoppio delle mine caricate a dinamite.

Verso le dieci del mattino del giorno cinque, alcuni di noi entrammo, accompagnati, in galleria. Eravamo serrati in fila, muniti di lampade, coperti da mantelli impermeabili e con cappelli da minatore in testa. Il primo tratto percorso, di circa 150 metri, non era che un tronco di galleria di servizio, indi proseguimmo in quello rettilineo della linea definitiva. Un sordo rumore continuo, accompagnato di quando in quando da cupe detonazioni, dal suono dei corni, dal rullio dei carri, da colpi di scalpello e dal cadere dell'acqua era la musica che ci accompagnava nel penetrare entro le viscere della montagna. A detta di quegli ingegneri, mai nessuna galleria importante sarebbe stata come questa disturbata da tanta quantità d'acqua; infatti, non ostante i grandi condotti praticati per lo scolo, si cammina quasi sempre in essa, ed in taluni punti ne sgorgano con grandissima veemenza dalle pareti o dal volto vene considerevolissime. La portata dell'acqua del canale di sbocco che tutta raccoglie quella dell'interno è di 300 e più litri al 1".

Il sistema adoperato nell'ordinamento dei lavori di perfo-

razione è diverso da quello seguito nel traforo del Fréjus. Mentre quivi si procedeva facendo il primo foro detto di avanzamento al livello del pavimento della galleria, al Gottardo si incomincia dall'alto, ossia, come dicesi, in calotta, aprendo una galleria d'avanzamento alta metri 2,40, larga m. 2,60, ed usando nel praticare i fori da mina perforatrici montate su apposito affusto. Nel giorno della nostra visita (5 luglio) la testa dell'avanzamento era alla distanza di m. 3050 dall'imbocco. All'indietro di questa di circa 1000 metri due altre squadre di operai lavoravano pure colle perforatrici all'ingrandimento, attaccando la roccia lateralmente. Più indietro ancora di altri 200 o 300 metri si apriva la cunetta larga 3 metri scendente a piano inclinato al livello del suolo della galleria, e lasciando lateralmente le strozzature le quali venivano poi attaccate da altre squadre di minatori cottimisti.

Quella grande quantità d'aria compressa a sette atmosfere, fornita dai compressori e raccolta dapprima in voluminosi serbatoi cilindrici, esce da questi per un tubo di m. 0,20 di diametro. Codesto tubo entra nella galleria, e giunto all'estremità della cunetta il suo diametro si restringe a m. 0,14 per poi diventare nel tratto di avanzamento di soli m. 0,10. La presa dell'aria lungo la condotta ed alla sua estremità, ha luogo innestando appositi tubi di caoutchouc del diametro di 5 centim., se trattasi di servire le perforatrici, ovvero semplici rubinetti se trattasi di prese per aereamento in vicinanza delle stazioni di lavoro.

Sia nell'avanzamento che nell'ingrandimento della calotta erano posate le rotaie sulle quali correvano, spinti a mano, piccoli carri che si vuotavano in un grande imbuto costruito di tavole. Questo imbuto dirigeva i detriti nelle casse di sottostanti carri di maggiori dimensioni, i quali a lor volta, riuniti in convoglio, venivano tirati fuori da una locomotiva ad aria compressa, oppure da altra in cui agivano misti aria e vapore. L'aria che serve a quell'uso viene compressa a 14 atmosfere in appositi robusti serbatoi da quattro altri compressori del sistema descritto, ma più piccoli e capaci anch'essi di produrre quella forte pressione senza notevole riscaldamento. La distribuzione ai cilindri della locomotiva si fa con un apparecchio speciale automatico del sig. ingegnere Riboult, che permette sugli stantuffi una pressione media di 5 atmosfere.

Prima di dipartirci fummo lieti di scorgere in apposita sala a funzionare in modo sempre inappuntabile due compressori a tromba di Sommeiller mossi da una macchina a colonna d'acqua i quali erano stati collocati in attesa degli altri al principio dei lavori.

III.

Il giorno seguente si giunse al cantiere di Goeschenen, ove apresi l'imbocco nord della grande galleria, dopo d'aver valicato il Gottardo a piedi. Quivi trovammo replicato, salve alcune modificazioni volute dalla località, ciò che avevamo visitato ad Airolo.

Superate felicemente le difficoltà per la derivazione dell'acqua dalla Reuss, da questa si poté avere, mediante condotta in tubi del diametro di m. 0,85, una caduta utile di 85 metri la quale muove quattro turbine del sistema Girard ad asse orizzontale, aventi diametro di metri 2,40 e giranti colla velocità di 160 giri al minuto. I compressori dell'aria sempre disposti in cinque gruppi di tre corpi ciascuno, davano quivi solamente 60 colpi al minuto; ma in compenso i loro cilindri hanno capacità maggiore di quelli di Airolo, dai quali pure differiscono per essere state sostituite le valvole a fungo da valvole a battente immerse in una vaschetta d'acqua del genere di quelle adoperate nel compressore a tromba di Sommeiller.

Nel giorno della nostra visita erano pressoché al loro termine i lavori d'impianto di due nuove immani turbine ad asse orizzontale del diametro di circa 5 metri, destinate a mettere in moto direttamente ossia senza l'intermezzo di alcun rotismo dentato, altri compressori del sistema Colladon. Si sta pure pensando al modo di produrre artificialmente un'aspirazione d'aria nella galleria, operazione questa indispensabile quando, raggiunta una certa profondità, l'aria

compressa da sola non basterà più a scacciare totalmente quella viziata. A tale intento, sopra l'imbocco di Goeschenen si è alzato un edificio nel quale trovasi un aspiratore a campane. Esso è cioè costituito da un bilanciore orizzontale alle cui estremità sono sospese due campane, ed il moto alternativo d'ascesa e di discesa vien comunicato da due macchine a colonna d'acqua. Ciascuna di queste campane pesca in un tino anulare pieno d'acqua. Molte valvole che s'aprono dal basso in alto chiudono altrettanti orifizi che sono praticati nel coperchio che chiude il tino nella sua parte interna e nel cielo della campana. Un tubo di aspirazione verrà sospeso alla volta e prolungato pressochè sino al fondo della galleria. Vuolsi che questo aspiratore, compiendo dieci oscillazioni doppie per minuto, sia capace di estrarre 30000 mc. d'aria all'ora.

Al cantiere di Airolo noi avevamo già esaminate le perforatrici Dubois e François e l'altra dell'americano Mac Kean, in questo di Goeschenen ebbero campo a studiare due altri nuovi sistemi di perforatrici, cioè quella di Ferroux e l'altra di Turettini. È ammirabile il grado di perfezionamento a cui si è giunti in queste macchine, nelle quali il numero dei colpi va oggidì fino oltre i 500 per l'essendo il loro peso ridotto circa alla metà senza nulla togliere alla solidità del meccanismo.

Da ragguaglio avuto da alcuni nostri compagni che poterono penetrare nella galleria da questo lato Nord, risultò che la fronte di avanzamento era in quel giorno a 3298 metri dall'imbocco, l'attacco di destra a 2060 metri e quello di sinistra a m. 1953.

La roccia incontrata fino ad ora nel traforo del Gottardo fu quasi sempre del gneis scistoso e del micascisto assai duro disposto in strati molto inclinati all'orizzonte, talvolta attraversati da amioni silicei.

Terminata la nostra visita anche al cantiere di Goeschenen e ringraziati il signor Arnoud, capo-conduttore, ed il signor Milliéret, il capo della perforazione meccanica, i quali ci furono larghi di gentilezze e di spiegazioni, anzichè di rifare la via già tenuta per restituirci a Torino, il prof. Cavallero, il quale aderì alle nostre vive istanze, ci fornì occasione di internarci nel cuore della Svizzera.

IV.

Trattavasi di vedere la tanto rinomata ferrovia a dentiera centrale sul Rigi.

Questo monte, che fu sempre visitato da gran numero di viaggiatori i quali salgono alla cima per ammirarvi lo stupendo panorama, porta ora a' suoi fianchi una ferrovia avente la notevolissima pendenza del 25 per cento. Noi arrivammo al suo piede la mattina del giorno 8, provenienti da Lucerna, ove eravamo giunti la sera precedente, dopo aver attraversato il cantone di Uri ed il bellissimo lago dei Quattro Cantoni. Durante il viaggio di salita e di discesa e nei brevi intervalli delle fermate procurammo di esaminare i particolari della ferrovia dovuta all'ingegnere Riggembach, ed ecco in breve quanto potemmo di più saliente notare. L'armamento della strada consta di una rotaia in forma di dentiera posata frammezzo ad altre due del sistema Vignolles; ma più di queste rialzata di m. 0,026. Tanto la dentiera che le rotaie laterali sono posate su traversine distanti tra loro da asse ad asse di m. 0,90. Le traversine sono collegate da lungarine esternamente alle rotaie laterali, e l'insieme è rattenuto a brevi intervalli da pilastri in pietra da taglio profondi sotto terra m. 1,50. L'unione delle rotaie Vignolles è fatta con stecche senza piastrine di fondo, mentre quella della dentiera è con piastrina di fondo collegata alla base mediante chiavarda a vite.

Quattro ruote, tutte folli sui loro assi portano la locomotiva; sull'asse posteriore di questa sono collocate la ruota dentata centrale che fa incastro colla dentiera. Due altre ruote dentate minori sono calettate sul medesimo asse e simmetricamente disposte per rispetto a quella centrale. Queste due ultime ruote, per mezzo di due rocchetti inalberati sull'asse che riceve il moto di rotazione da quello alternativo degli stantuffi motori, fanno girare a loro volta la ruota dentata centrale, la quale imboccando colla dentiera

imprime il moto di traslazione alla locomotiva. Con questo sistema d'ingranaggi il treno viene a muoversi con una conveniente velocità. Due pulegge a gola sono calettate sull'asse delle ruote anteriori e simmetricamente disposte rispetto ad una seconda ruota dentata centrale, la quale è montata sul medesimo asse e forma parimente incastro colla dentiera: per tal modo ha luogo la rotazione di dette pulegge quando la locomotiva è in moto. Se però vuolsi fermare il convoglio, si ricorre al solito meccanismo a vite per produrre l'aderenza di due ceppi i quali abbracciano superiormente le gole di tali pulegge.

Tuttavia codesto freno non serve che per le fermate nelle stazioni e come mezzo ausiliario. A moderare la velocità nella discesa si fa uso di un energico freno ad aria avente una disposizione tutta particolare. Essendochè durante la discesa la distribuzione è invertita, l'arrivo del vapore dalla caldaia impedito da una valvola, e gli stantuffi nel loro movimento determinato dalla forza di gravità del convoglio nella discesa lungo il piano inclinato, aspirano l'aria esterna nei loro cilindri da apposita apertura, e quest'aria che non può nemmeno entrare nella caldaia sfugge da un piccolo rubinetto di cui l'apertura più o meno grande regola la contro-pressione esercitata sugli stantuffi.

La locomotiva è della forza di 120 cavalli-vapore, corre colla velocità di 6380 metri all'ora ed è sempre collocata in coda al convoglio che non trascina, ma spinge coll'intermezzo di due molle a spirale.

La caldaia è tubulare e prende posizione esattamente verticale solo quando la locomotiva trovasi sul pendio medio della strada; ovviando con ciò il pericolo di lasciar scoperta dall'acqua parte della superficie di riscaldamento nelle forti pendenze. Il tirante del focolare resta aumentato colla scarica nel camino del vapore proveniente dai cilindri motori. L'alimentazione vien fatta col mezzo di due iniettori Giffards.

Quantunque risulti costoso l'esercizio di questa ferrovia, pure sembra che la società che la possiede ne ricavi un adeguato compenso, il che è reso manifesto dal numero di 50000 e più forestieri che per tre di queste linee di ferrovia a dentiera, sono ogni anno comodamente alzati alla cima del monte.

Scesa in breve tempo la montagna, noi ci imbarcammo a Witznau su d'un piroscampo proveniente da Lucerna, il quale ci trasportò a Flüelen, e da quivi più sollecitamente riprendemmo a percorrere per l'opposto verso la via tenuta nei giorni precedenti.

Giunti la sera del 10 luglio alla stazione di Torino ci separammo, con animo riconoscente, dagli amati nostri professori, pei quali s'accrebbero in noi, durante i pochi giorni di viaggio, i già vivi sentimenti di stima e gratitudine dai quali fummo sempre animati.

PINCHETTI VALMIRO, *Allievo ingegnere.*

IDRAULICA PRATICA

SULLE TURBINI A DISTRIBUZIONE PARZIALE (*)

del Professore RICHELMY

I.

1. — Dopochè Girard propagò l'uso delle turbine a distribuzione parziale, la antica divisione delle turbine in motori nell'interno dei quali l'acqua si muove conservando ogni molecola la medesima distanza dall'asse della rotazione, e motori per i quali quella distanza viene variando, non fu più la sola che convenisse introdurre nelle ricerche teoriche intorno a coteste ruote. Diventò necessario distinguere eziandio in ruote nelle quali fra il motore ed il distributore non deve penetrare l'aria atmosferica, e turbine nell'interno delle quali deve circolare l'atmosfera.

(*) Da una memoria pubblicata negli *Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino*, vol. XI.

La prima divisione è importante per lo studio della teoria meccanica, imperciocchè nelle une non occorre di introdurre in calcolo l'effetto della forza centrifuga, conviene badarvi nelle altre checcchè ne dica lo stesso Girard; la seconda poi è necessaria fisicamente e materialmente per il buon andamento della macchina, poichè l'effetto utile del motore diminuirebbe enormemente se nelle turbine dove la pressione fra strato e strato liquido deve essere differente dalla atmosferica si permettesse all'aria di penetrare, e diminuirebbe eziandio se si sottraessero alla libera circolazione dell'aria certe parti interne di quei motori nei quali l'acqua non si introduce in modo continuo. Già il citato Girard sentì la necessità della distinzione di cui tengo parola, e nel proporre i suoi nuovi motori volle nominarli a libera deviazione; inoltre inventò la idropneumatizzazione per mettere a contatto dell'aria anche le turbine destinate a ruotare più basse del pelo d'acqua nel canale di fuga; convien però confessare che cotesto distintissimo costruttore, dotato di genio veramente felice per molte invenzioni e miglioramenti, non era ugualmente forte nelle teorie matematiche e meccaniche, onde è che i suoi calcoli lasciano molto a desiderare.

Dopo Girard trovo benissimo trattata la distinzione delle due specie di turbine cui ho superiormente accennato, dall'egregio prof. Colombo, di Milano, il quale in una serie di articoli, che venne pubblicando nell'*Industriale*, pose in rilievo le differenze principali fra l'una e l'altra e mostrò essenzialmente quali siano le condizioni naturali alle quali è necessario di badare per decidere quale delle due debba in ogni caso concreto venir preferita. Domando tuttavia venia al chiarissimo professore se, mentre trovo tutte buone le considerazioni da lui messe sotto gli occhi degli studiosi e le deduzioni che ne ricavò, in una parte sola mi scostò da lui ed è nella denominazione data alle due classi di turbine che nominò di reazione le une e di azione le altre. Questi nomi, a mio giudizio, non rispondono perfettamente all'idea, poichè l'acqua *reagisce* anche nelle turbine a distribuzione parziale, e ben si può dire che *agisca* in tutte le ruote idrauliche qualunque sia la direzione dell'albero, qualunque sia la maniera con cui viene a spingerlo. Io penso di sostituire alle due denominazioni da lui introdotte, queste altre, che secondo me rispondono meglio alla necessità del fatto. Altre dunque dirò ruote a pressione modificata, ed altre a libera circolazione dell'aria atmosferica. Il professore Colombo nell'articolo pubblicato in principio del 1873 prometteva che altri avrebbero tenuto dietro al medesimo, nei quali proponevasi di studiare particolarmente la teoria delle turbine parziali, ma sopraffatto forse da grandissimi lavori che lo ritengono continuamente occupato, non adempì finora, ch'io sappia, a tale promessa; in quanto a me almeno non ho più visto alcuno suo scritto intorno a questa materia.

Ora avendo io nell'edificio idraulico della Scuola di applicazione avuto l'occasione di sperimentare col freno dinamometrico di Prony il lavoro utilizzato da alcune turbine a distribuzione parziale proprie della scuola medesima, fui indotto dai risultati di tali esperienze a ricercare le spiegazioni teoriche dell'aumentare o del scemare dei coefficienti di rendimento. Le facilissime teorie che verrò svolgendo non solo valgono a rendere ragione dei numeri sui quali sono caduto, ma conducono eziandio ad alcune regole pratiche che non parmi siansi finora da nessuno precettivamente radunate, sebbene forse molti fabbricanti di turbine già sappiano intuitivamente seguirle.

I.

Teoria delle turbine

nelle quali l'acqua si muove a distanza costante dall'asse della rotazione.

2. — Incomincio dalle turbine nelle quali il distributore sta verticalmente al disopra del motore, in questo poi l'acqua si muove discendendo e girando contemporaneamente assieme col medesimo.

Il distributore puossi descrivere essenzialmente così: è un vaso quasi sempre di forma cilindrica, sul fondo del quale sono aperti parecchi orifizii che fan corpo col medesimo e si prolungano in brevi canali portanti l'acqua al motore.

Ciascuno degli orifizii che formano ingresso ai canali ha la forma di un trapezio mistilineo, due lati rettilinei aventi direzioni che convergono verso l'asse della rotazione sono all'estremità superiore del diaframma che separa un canale dall'altro, due archetti di cerchi concentrici si trovano sul prolungamento delle pareti interna ed esterna dei canali; il complesso di cotesti orifizii forma così uno o più archi di una corona circolare che possiamo immaginare all'intorno della base del cilindro distributore. I canali sottostanti sono chiusi, come si è già notato, dalle due nominate superficie cilindriche che li terminano nell'interno e nell'esterno; lateralmente sono separati l'uno dall'altro, e i due estremi sono chiusi per mezzo dei diaframmi; la forma di ciascuno di questi è quella di una superficie sghemba generata da una linea retta che si muove mantenendosi costantemente orizzontale, tagliando costantemente l'asse della rotazione non che una certa curva direttrice segnata sopra una qualunque delle due superficie cilindriche che chiudono i canali od anche sovra una terza che possiamo col pensiero immaginare intermedia alle altre due, e passante pel centro delle diverse sezioni a lei normali di ciascun canale.

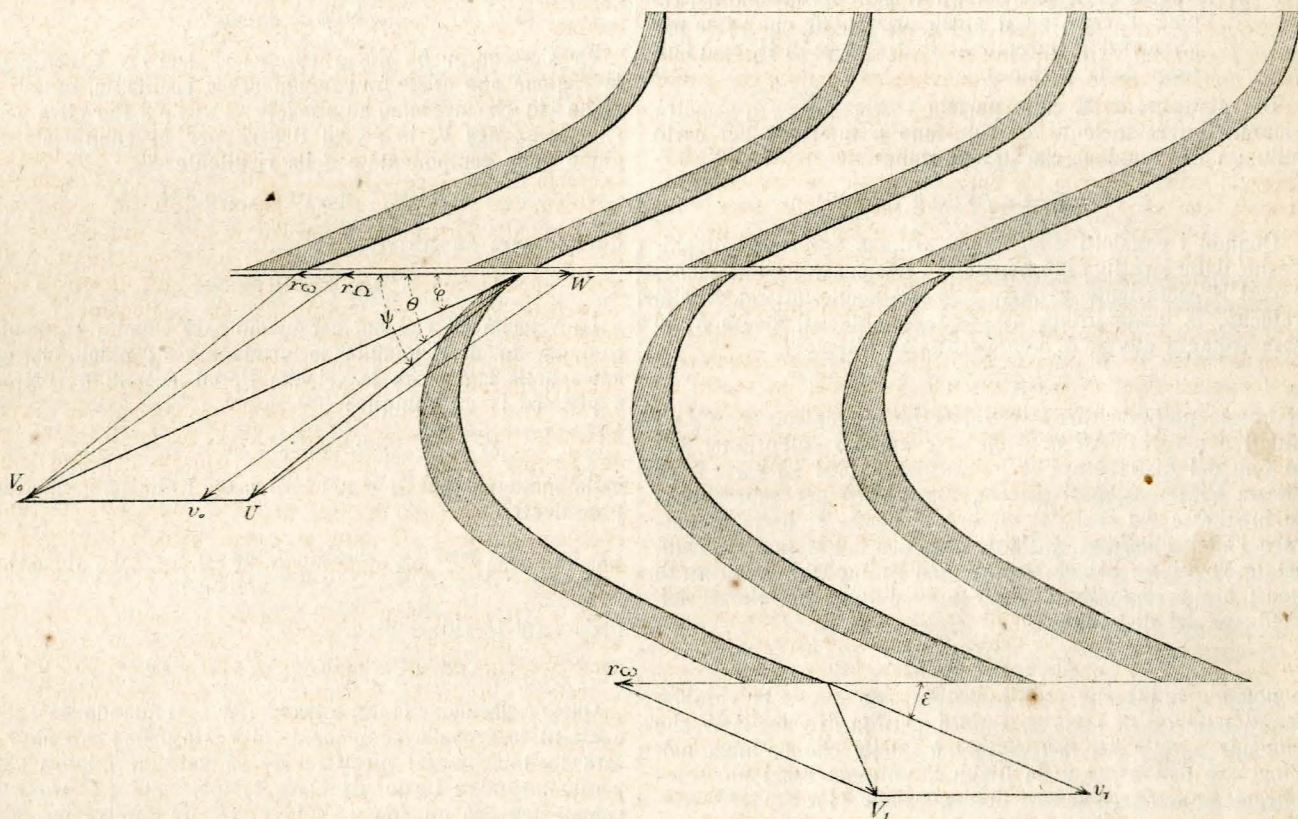
Questa curva direttrice può fino ad un certo punto riguardarsi come arbitraria purchè sia continua, abbia il primo suo latercolo in direzione verticale, l'ultimo cioè il più basso assai inclinato, in guisa che faccia angolo piuttosto acuto colla tangente alla circonferenza su cui viene a cadere. Se poi noi la fingiamo trasportata sulla superficie cilindrica alla quale appartiene in guisa da essere non più direttrice delle superficie laterali dei diaframmi, ma contenente i centri delle sezioni fatte nei canali normalmente alla medesima, potremo allora evidentemente riguardarla come la direttrice del proprio canale nel senso attribuito dagli idraulici a questa parola. Potremo dunque allora ritenere la tangente all'estremo latercolo inferiore come quella che ci dà la direzione con cui l'acqua sgorga dal distributore. Questo concetto non è veramente che approssimativo, è tuttavia l'unico che possiamo farci della direzione dei fili fluidi, e vedremo col seguito che, a condizione di dare ai canali piccola larghezza nel senso del raggio, può somministrarci conseguenze abbastanza attendibili.

3. — Il motore sta, come si disse, al disotto del distributore. Per una prima idea del medesimo lo si può riguardare come formato da un complesso di vasi o vasi situati fra due superficie cilindriche formanti le corone concentriche del motore medesimo, rese solidarie tra loro per mezzo delle palmette che dividono lo spazio racchiuso in tanti vasi diversi, ed unite per mezzo di razze all'albero di rotazione. La distanza nel senso del raggio fra le due superficie cilindriche interna è uguale a quella del distributore, o se vuolsi è di pochissimo maggiore unicamente però collo scopo che niente dell'acqua sgorgata da questi sfugga dall'entrare nei vasi motori. Qualche volta, e diremo più sotto il perchè, alle superficie cilindriche del motore si sostituiscono altre superficie di rivoluzione, le quali distanti fra loro nella parte superiore della quantità che abbiamo detto, vengono aumentando questa distanza colla loro discesa, cosicchè nella estremità inferiore la stessa larghezza nel senso del raggio si avvicina anche al doppio. Tale forma campanulata (*évasée*), che si dà soventi volte alle turbine, fu proposta e fatta eseguire dallo stesso Girard che ne menò vanto come di una felice innovazione, e può infatti produrre buonissimi effetti; non converrà tuttavia mai troppo esagerarla, chè altrimenti essa potrebbe diventare più dannosa che utile.

Le palmette del motore, diaframmi dividenti l'uno dei vasi dall'altro, hanno anch'esse la forma di superficie sghembe simili a quelle dei canali distributori; esistono tuttavia fra le direttrici delle une e delle altre, essenziali differenze che sarà utile di enumerare. Le direttrici per il motore devono volgere la loro convessità in senso opposto a quelle del distributore, vale a dire che se guardate da fuori quelle volgono la loro convessità a sinistra, queste devono rivolgerla a destra e viceversa (fig. 65). In secondo luogo, mentre il primo latercolo dei diaframmi del distributore è verticale, quello delle palmette appartenenti al motore deve essere generalmente obliquo. In terzo luogo i diaframmi del distributore hanno

la loro direttrice colla tangente che comincia in direzione verticale, poi viene poco a poco inclinandosi fino alla voluta obliquità, invece la tangente alla direttrice delle palmette del motore comincia come si è detto coll'essere obliqua, viene dappoi rizzandosi finchè verso il centro della palmetta è verticale; si inclina quindi dall'altra parte e cade sulla circonferenza infima facendo un angolo colla tangente a questa più ottuso, che non fosse acuto l'angolo della partenza colla tangente alla circonferenza suprema. Conseguo da simile disposizione che chi conduca attraverso al vaso una retta normale ad un tempo ed alla direttrice ed al raggio, troverà questa retta, che diremo *altezza* per la sezione trasversale del vaso, breve in cima, notevolmente più lunga nel centro, breve di nuovo, anzi talvolta brevissima, verso la estremità inferiore. A compensare questa brevità, ed a

liberamente l'aria atmosferica. Per convincercene sarà sufficiente riflettere che, ove ciò non avvenga, mentre i vasi del motore compresi fra palmetta e palmetta verranno successivamente portandosi ora sotto una bocca emittente ora sotto di un sito chiuso del distributore, l'acqua contenuta nei medesimi sempre premuta di basso in alto dalla pressione atmosferica si troverà d'alto in basso premuta invece con forza variabile; quando è sotto ad un canale distributore risentirà tutta la pressione atmosferica e forse anche qualche cosa più; cessato l'influsso la pressione superiore verrà rapidamente scemando man mano che il vaso si vuota. Simile diminuzione produrrà un ritardamento nell'efflusso dell'acqua dal vaso, o ciò che torna allo stesso un cambiamento abbastanza sensibile nella velocità di questa, una necessità del motore di trasportarsela seco a spese del lavoro, forse anche



65. Diagramma del distributore e delle palmette motrici d'una turbine elicoidale a distribuzione parziale, 1/2 del vero.

conservare la sezione trasversale coll'area sufficiente perchè sia mantenuta la velocità relativa con cui l'acqua deve effluire dal motore, si adottò dal Girard la forma campanulata di cui ho sopra parlato, la quale servirà ad aumentare la larghezza della sezione dove l'altezza è diminuita; a compensare poi la troppo grande altezza centrale, conviene il più delle volte aumentare verso il mezzo la grossezza delle palmette od aggiungergli una contropalmetta, ciò che fanno molti costruttori. Ritengo che possano diventare utili entrambi i provvedimenti, purchè il tutto si faccia entro a limiti convenienti e colla scorta della teoria che verrà ben tosto svolgendo.

È quasi inutile che alle tre differenze più sopra notate fra la generazione dei diaframmi, dei canali distributori e quella delle palmette del motore io aggiunga una quarta avvertenza, che, laddove il distributore nelle ruote parziali non occupa fuorchè parte della circonferenza, le palmette del motore devono essere distribuite uniformemente per tutto il contorno.

4. — È poi da notarsi che se la distribuzione non si faccia sulla intera corona circolare ma solamente su una parte di essa, come suona lo stesso nome di turbine parziale, diventa necessario che nel breve intervallo il quale corre fra il primo ed il secondo di questi organi penetri

qualche piccolo colpo di ariete, tutte conseguenze che evidentemente stanno a detrimento dell'effetto utile. Nessuna di esse avrà luogo se il movimento dell'acqua nei vasi si faccia da principio a fine col contatto dell'atmosfera sulla superficie superiore dei medesimi.

5. — *Espressione del lavoro motore in base a quella generale di tutti i motori idraulici.* — Intraprendiamo ora il calcolo del lavoro che in una turbine del genere di quelle di cui ci occupiamo sarà assorbito dalla ruota. Ricordiamo la formula generale che si applica a tutti indistintamente i motori idraulici. Dicendo:

- II il peso dell'acqua consumata nell'unità di tempo;
- H l'altezza della caduta;
- h'_a, h''_a , ecc. le diverse parti di questa caduta che conviene sottrarre per causa degli attriti;
- W_1, W_2 , ecc. le velocità consumate per urti intestini succedenti nell'acqua in moto dal canale d'arrivo a quello di fuga;
- V_1 la velocità assoluta che rimane all'acqua quando abbandona il motore;
- L_m il lavoro cercato, si ha:

$$(1) \dots L_m = II \left\{ H - \sum h_a - \sum \frac{W^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right\},$$

i segni Σ indicando somme di tutti i valori di h_a e di tutti quelli di $\frac{W^2}{2g}$. Questa formula poi si applica a ciascuno dei vari motori idraulici.

Riguardo alla nostra turbine giova osservare che una buona parte dei valori di h_a e di quelli delle $\frac{W^2}{2g}$ si può talvolta ottenere per esperienza. Ciò avverrà sempre che si possa esattamente misurare la somma delle aree di tutti gli orifici emittenti del distributore, la loro profondità sotto il livello del liquido nel canale d'arrivo, e finalmente la portata ossia la quantità d'acqua consumata per ogni unità di tempo. Dicendo allora:

E questa portata effettiva;

f la somma delle luci emittenti;

h_1 la parte di H che sta fra il pelo del liquido nel canale d'arrivo ed il piano orizzontale che passa per gli orifici f (diremo h_2 l'altra parte di H , cioè l'altezza della turbine).

Dal paragone di E colla portata teorica $f\sqrt{2gh_1}$ si potrà ricavare un coefficiente di riduzione μ inferiore per certo all'unità che soddisfaccia all'equazione:

$$E = \mu f \sqrt{2gh_1}.$$

Quando i canaletti distributori siano a sufficienza lunghi, l'esito dalle loro luci insieme si farà certamente a bocca piena, e così il coefficiente μ dovrà essenzialmente attaccarsi alla velocità, la quale invece di essere dovuta all'altezza h_1 lo sarà soltanto alla $\mu^2 h_1$ con perdita di altezza:

$$h_1(1 - \mu^2).$$

E questa potremo dire consumata in complesso per tutti gli attriti e per tutti gli urti che si compiono dall'origine fino al fine del distributore. V'ha ancora di più! La parte h_2 di altezza è sempre assai piccola, assai brevi per conseguenza le lunghezze dei vasi del motore, e perciò si potrà trascurare l'attrito sofferto dall'acqua nei vasi del motore. Si commetterà così un piccolo errore, ma sarà pochissima cosa di quasi niuna importanza. Ritenendo adunque la velocità dell'efflusso dal distributore:

$$V_0 = \mu \sqrt{2gh_1}.$$

e notando infine che, se il motore non presenta cambiamenti notevoli di sezione, l'unica perdita di velocità W che rimanga a valle del distributore è quella che ha luogo nell'ingresso dell'acqua nella turbine, potremo assai più semplicemente scrivere invece dell'equazione (1):

$$(2) \dots L_m = \Pi \left\{ \frac{V_0^2}{2g} + h_2 - \frac{W^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right\}.$$

Restano a calcolarsi le due velocità W , e V_1 .

6. — Per calcolare W diciamo:

ϕ l'angolo della direzione di V_0 con la tangente alla circonferenza della base superiore del motore descritta dal punto di mezzo di ciascuna palmetta;

θ l'angolo formato colla stessa tangente dal latercolo superiore della palmetta;

r il raggio della circonferenza media testè definita;

ω la velocità angolare della ruota;

v_0 la velocità relativa con cui l'acqua s'incammina nella ruota;

a la lunghezza occupata sulla circonferenza mediana dalla somma delle luci del distributore;

α l'ampiezza di tale arco sicchè sia $a = \alpha r$;

δ la larghezza delle suddette luci nel senso del raggio;

G il peso dell'unità di volume dell'acqua;

g la gravità;

inoltre, scomponendo la velocità V_0 in due, di cui una sia quella che l'acqua avrà comune con la ruota cioè $r\omega$, diciamo:

U la seconda componente;

ψ l'angolo della direzione di U colla tangente alla solita circonferenza.

Scomponendo invece V_0 in due, una diretta secondo la circonferenza e l'altra secondo il primo latercolo della direttrice dei vasi del motore, diciamo ancora:

$r\Omega$ la prima;

v'_0 la seconda (che dimostreremo fra breve uguale a v_0); si avrà evidentemente:

l'area del complesso delle luci emittenti del distributore espressa per $\delta a \sin \phi$, e perciò:

$$\delta a \sin \phi V_0 = \frac{\Pi}{G};$$

parimente l'area di ingresso dell'acqua nel motore sarà $\delta a \sin \theta$; quindi ancora:

$$\delta a \sin \theta v_0 = \frac{\Pi}{G};$$

e perciò:

$$V_0 \sin \phi = v_0 \sin \theta.$$

Or siccome anche dovrà essere: $v'_0 \sin \theta = V_0 \sin \phi$ per la ragione che esiste fra componente e risultante, quindi ne viene ciò che avevamo annunciato: $v'_0 = v_0$. Per altra parte chi scomponga V_0 in $r\omega$ ed U avrà per la annunciata ragione delle componenti e della risultante:

$$V_0 \sin \phi = U \sin \psi,$$

dunque sarà ancora:

$$U \sin \psi = v_0 \sin \theta.$$

La velocità W che noi cerchiamo sarà intanto la seconda componente di U quando la prima sia v_0 ; poichè l'acqua entra nella ruota con la velocità U , ed entrata è costretta a pigliare la v_0 ; dunque:

$$W^2 = U^2 + v_0^2 - 2Uv_0 \cos(\psi - \theta),$$

ossia mettendo per U e v_0 i loro valori tratti dalle equazioni precedenti:

$$W^2 = V_0^2 \left\{ \frac{\sin^2 \phi}{\sin^2 \psi} + \frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \theta} - 2 \frac{\sin^2 \phi}{\sin \psi \sin \theta} \cos(\psi - \theta) \right\},$$

ossia fatte le riduzioni:

$$(3) \dots W^2 = V_0^2 \sin^2 \phi (\cot \theta - \cot \psi)^2.$$

Quest'espressione ci dimostra che $W = 0$ quando sia $\theta = \psi$, e difatti la seconda componente di V_0 (la prima essendo $r\omega$) sarà in tale ipotesi direttamente la velocità relativa v_0 e perciò non avrà luogo urto; ma la ipotesi non si trova verificata fuorchè quando si abbia $\omega = \Omega$, od in altra formula:

$$r\omega = V_0 \frac{\sin(\theta - \phi)}{\sin \theta}.$$

La velocità W si può anche esprimere in modo semplicissimo per mezzo delle velocità angolari ω ed Ω ; questa formula è:

$$(3bis) \dots W = r(\Omega - \omega).$$

Per convincercene, potremmo trasformare analiticamente la prima (3) fino a farla diventare la seconda (3 bis), ma vi si giunge in modo semplice riflettendo (fig. 65), che chi scomponga la U in due, una diretta secondo V_0 e l'altra secondo la tangente alla circonferenza, trova le due componenti V_0 e $-r\omega$; chi scomponga secondo le stesse direzioni $-v_0$ troverà $-V_0$ e $+r\Omega$, dunque la risultante di U e di $-v_0$ sarà quella che abbiamo registrata nella formula (3 bis).

7. — Diverse cagioni esistono tuttavia per farci vedere che il valore di W fin qui calcolato è soltanto una approssimazione, e deve ritenersi piuttosto come inferiore anzichè superiore al vero. In primo luogo, affinchè niente dell'acqua somministrata dalla sorgente sfugga dal motore, è necessario, come abbiamo già notato, tenere le larghezze dei vani del medesimo nel senso del raggio piuttosto superiori che inferiori a quelle dei canali del distributore, noi però abbiamo supposto quelle uguali a queste e le abbiamo tutte rappresen-

tate colla stessa lettera δ ; se ciò non sia l'area della prima sezione del motore sarà alquanto superiore alla $a\delta\sin\phi$ introdotta in calcolo, e la velocità v_0 sarà reciprocamente alquanto minore.

Secondariamente noi abbiamo fatto astrazione dal cadere che fanno certi fili fluidi sulla grossezza o spessore che dir si voglia delle palmette, e quantunque queste si riducano nell'origine alla più grande sottigliezza possibile, tuttavia non potrà avvenire che quella spessore si riduca assolutamente a zero; ora è evidente che i fili fluidi che vi cadono sopra perdono una velocità maggiore della W calcolata. Ma le due accennate cagioni sono sovente di piccolo effetto e trascurabile.

Alquanto più considerevole è alcuna volta quello della terza, la quale enuncieremo così: perchè la somma totale dei vasi che ricevono contemporaneamente acqua presenti all'influsso del distributore la lunghezza $a\sin\theta$, e non più, sarà necessario che sotto a questo arco emittente si trovi un numero intiero di vasi del motore e non più, mentrechè invece, se sotto alle estremità dell'arco suddetto vengano a cadere i vuoti degli estremi vasi, l'acqua in essi caduta avrà facilità di spandervisi per tutta quanta la sezione, cioè anche in quella parte del vaso che trovasi fuori dell'efflusso e sotto al pieno del distributore; quindi la lunghezza complessiva dell'arco ricevente acqua sarà maggiore di a , l'ampiezza complessiva delle aree corrispondenti sarà maggiore della $a\delta\sin\theta$, e la velocità v_0 sarà reciprocamente minore di quella che abbiamo superiormente calcolata. Per poco poi che vi si rifletta si vedrà: 1° Che questo danno avverrà di preferenza pel vaso, che vuoto d'acqua si presenta in principio dell'arco a , anzichè per l'altro che trapassa per l'estremità opposta disotto all'efflusso verso la parte chiusa del distributore; 2° Che esso danno sarà tanto più sensibile quanto minore sarà il numero dei vasi che insieme si riempiono d'acqua, perciocchè i due estremi nei quali succede diventano parte più considerevole dell'intera lunghezza a a fronte di quelli di mezzo che si riempiono interamente.

A queste cagioni che siamo venuti enumerando, per le quali la velocità v_0 è da ritenersi diversa da quella che abbiamo calcolata e che dipende dalla legge di continuità, un'altra devesi aggiungere che riguarda particolarmente la U ; e consiste in ciò che noi abbiamo supposto che tutti i fili fluidi sgorgati dai canali distributori abbiano la stessa velocità relativa; mentrechè siccome questa velocità dipende non solo dalla velocità assoluta V_0 ma anche da quella della ruota $r\omega$, se varia da un punto all'altro la distanza r , come varia di fatto, sarà anche diversa la U , e l'angolo ψ che essa fa colla circonferenza. Ciò non di meno purchè la larghezza δ sia contenuta entro a limiti abbastanza stretti, per esempio, un quinto di r e non più, si potrà facilmente dimostrare che la differenza fra i diversi valori di U e di ψ , corrispondente alle diverse distanze dal centro dei vari punti, non sarà di grande influenza, e che perciò l'errore commesso prendendo i valori medii di queste due quantità è affatto tollerabile. Il calcolo dovrà farsi numericamente assumendo dimensioni convenienti pel distributore e per la turbina, e ritenendo che fra gli angoli ϕ e ψ sta sempre la relazione:

$$\sin(\psi - \phi) : \sin\psi = r\Omega : V_0,$$

e che al variare di r gli angoli ϕ varieranno per guisa che si abbia sempre:

$$\cot\phi : \cot\phi_1 = r : r_1;$$

infatti, pigliando solo un latercolo infinitesimo, la direttrice sia dei diaframmi del distributore, sia delle palmette del motore, potrà venire scambiata in una elice.

La formula ch'io preferii della velocità perduta fu la (3)

$$W = V_0 \sin\phi (\cot\theta - \cot\psi),$$

e nel fare il calcolo riguardai θ come costante perchè v_0 fu dedotta dalla legge della continuità. Chi sia disposto a rifarlo troverà per i due raggi

$$\frac{9}{10}r \text{ ed } \frac{11}{10}r$$

due valori di W di pochissimo differenti dal valor medio, l'uno in eccesso, l'altro in difetto, e che perciò oltre all'essere prossimi al valore assunto danno ancora errori che si compensano l'uno coll'altro.

3. — Vengo alla velocità assoluta V_1 con cui l'acqua abbandona la ruota. Premetto la relativa v_1 ; questa è data dalla formula:

$$v_1^2 = U^2 + 2gh_2 - W^2$$

e mettendo per U^2 il suo valore $V_0^2 + r^2\omega^2 - 2V_0r\omega\cos\phi$ potrà anche scriversi:

$$v_1^2 = 2gh_2 + V_0^2 + r^2\omega^2 - 2V_0r\omega\cos\phi - W^2.$$

Dopo questa, la velocità V_1 si avrà dall'equazione seguente, nella quale si indicò con ε l'angolo dell'estremità inferiore della palmetta colla circonferenza media:

$$V_1^2 = v_1^2 + r^2\omega^2 - 2v_1r\omega\cos\varepsilon$$

ossia

$$V_1^2 = 2gh_2 + V_0^2 + 2r^2\omega^2 - 2V_0r\omega\cos\phi - W^2 - 2v_1r\omega\cos\varepsilon.$$

Sostituendo questo valore in L_m si troverà:

$$(4) \dots L_m = \frac{\pi r \omega}{g} \left\{ V_0 \cos\phi - r\omega + v_1 \cos\varepsilon \right\},$$

ossia mettendo invece di v_1 il suo valore scritto poc'anzi ma cambiato di forma mettendo a vece di W^2 la espressione $r^2(\Omega^2 + \omega^2 - 2\Omega\omega)$, poi ricordando che

$$V_0 \cos\phi - r\Omega = v_0 \cos\theta :$$

$$(4 \text{ bis}) \dots L_m = \frac{\pi r \omega}{g} \left\{ V_0 \cos\phi - r\omega + \cos\varepsilon \sqrt{2gh_2 + V_0^2 - r^2\Omega^2 - 2r\omega v_0 \cos\theta} \right\}.$$

Studieremo quindi a poco i valori particolari della velocità $r\omega$ corrispondenti a varie ipotesi fatte su questo lavoro; prima credo opportuni ancora alcuni riflessi sulle velocità di efflusso relativa v_1 ed assoluta V_1 . E quanto alla prima, se la si moltiplichi per $a\sin\varepsilon$ e per δ , (dico δ , la larghezza dei vasi all'estremità inferiore della turbine presa nel senso del raggio), il prodotto $v_1\delta a\sin\varepsilon$ darà il volume di liquido che sgorga nel tempo uno dalla ruota, o simile prodotto può essere minore, uguale, o maggiore della portata che vi si introduce nel medesimo tempo $\frac{\pi}{G}$. Vediamo le conseguenze

della prima e della terza ipotesi. Cominciando da quest'ultima, se si abbia:

$$v_1\delta_1 a\sin\varepsilon > \frac{\pi}{G},$$

ciò indicherà che i vasi non hanno nemmeno a percorrere un arco a per vuotarsi completamente. In questo caso si corre assai pericolo che le aeree sottoposte all'influsso dei canali del distributore rappresentino un insieme più grande che $\delta a\sin\theta$, e che quindi la velocità v_0 sia più piccola della $\frac{V_0 \sin\phi}{\sin\theta}$ già calcolata, o in altre parole che la velocità W perduta sia maggiore di quella già supposta (vedi art. 6° e 7°). La disposizione è dunque infelice. Supponiamo che si abbia:

$$v_1\delta_1 a\sin\varepsilon < \frac{\pi}{G}.$$

Diremo allora che nel percorrere l'arco a i vasi non si vuotano affatto dell'acqua che ebbero dalla sorgente. Ma il male non sarà grave fuorchè in due soli casi: 1° Se dopo percorso tutto l'arco che è sotto alla parte chiusa del distributore i vasi giungessero ancora con troppa acqua sotto al successivo arco emittente, per guisa che quest'acqua conservata, e l'aria che vi starebbe sopra producessero ostacolo alla nuova portata che sta per introdursi, questo fatto non

si avvererà quasi mai; 2° Se essendo lungo l'arco a alcuni vasi giungessero sotto gli ultimi canali distributori con ancora tant'acqua da fare ingombro per la sopravveniente con diminuzione della velocità v_0 , e con pericolo che una parte di quell'acqua sopravveniente ristagni sulla turbine o si versi per il giuoco compreso fra il motore ed il distributore. Questo danno potrebbe essere grave, e fu per evitarlo che, come si osservò all'art. 4°, Girard propose la forma campanulata. È però assai più da temersi nelle turbine a distribuzione totale anziché per le parziali. Sarà dunque per quelle piuttosto che per queste utile la forma campanulata di Girard. Sia poi per l'una che per l'altra specie potremo dire che siamo in istato normale quando si abbia:

$$v_1 \delta_1 a \sin \varepsilon = \frac{\Pi}{G}.$$

Riguardo alla velocità assoluta V_1 può osservarsi che anch'essa è alquanto diversa per i fili fluidi lontani dall'asse di una lunghezza diversa dal raggio medio r , poichè variano con cotesta distanza sì $r\omega$ che ε . Ma, come già abbiamo osservato parlando di W , la differenza non sarà neanche adesso gran cosa, e si avrà compenso fra i fili fluidi di maggiore e quelli di minore velocità.

9. — *Considerazioni sulla espressione del lavoro motore.*
— Ritorniamo alla formola (4)

$$(4) \dots L_m = \frac{\Pi}{g} r\omega \left\{ V_0 \cos \varphi - r\omega + v_1 \cos \varepsilon \right\},$$

ed analizziamone le diverse fasi.

È quasi inutile notare che $L_m = 0$ quando $\omega = 0$, quando cioè si opponga al moto della turbine una resistenza che non possa vincere. È infatti evidente che se la turbine non si muove non potrà produrre lavoro.

Tornerà invece utile fermarci sull'altro caso che produce anche $L_m = 0$. Gli è quando sia nullo il secondo fattore:

$$V_0 \cos \varphi - r\omega + v_1 \cos \varepsilon = 0,$$

l'ipotesi si riduce a dire, che la ruota non trovi verun ostacolo a muoversi e sia onninamente libera da resistenze. È chiaro che allora si avrà la massima possibile velocità angolare ω . Per ottenerla, notando che v_1 contiene $r\omega$ sotto di un radicale, isoleremo questo termine in un membro ed eleveremo al quadrato. Si avrà:

$$\begin{aligned} & V_0^2 \cos^2 \varphi - 2r\omega V_0 \cos \varphi + r^2 \omega^2 \\ &= \cos^2 \varepsilon (2gh_2 + V_0^2 - r^2 \Omega^2 - 2r\omega v_0 \cos \theta), \end{aligned}$$

ed ordinando rispetto all'incognita $r\omega$

$$\begin{aligned} & r^2 \omega^2 - 2(V_0 \cos \varphi \sin^2 \varepsilon + r\Omega \cos^2 \varepsilon) r\omega \\ &= (2gh_2 - r^2 \Omega^2) \cos^2 \varepsilon + V_0^2 (\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi), \end{aligned}$$

dalla quale si ricava

$$\begin{aligned} r\omega = & V_0 \cos \varphi \sin^2 \varepsilon + r\Omega \cos^2 \varepsilon \\ & + \sqrt{2gh_2 \cos^2 \varepsilon - r^2 \Omega^2 \sin^2 \varepsilon \cos^2 \varepsilon + 2V_0 r\Omega \sin^2 \varepsilon \cos^2 \varepsilon \cos \varphi} \\ & + V_0^2 (\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi (1 - \sin^4 \varepsilon)), \end{aligned}$$

ossia

$$\begin{aligned} r\omega = & V_0 \cos \varphi \sin^2 \varepsilon + r\Omega \cos^2 \varepsilon \\ & + \sqrt{2gh_2 \cos^2 \varepsilon + V_0^2 \cos^2 \varepsilon - V_0^2 \cos^2 \varphi \cos^2 \varepsilon} \\ & - (r\Omega - V_0 \cos \varphi)^2 \sin^2 \varepsilon \cos^2 \varepsilon, \end{aligned}$$

ed ancora

$$\begin{aligned} r\omega = & V_0 \cos \varphi \sin^2 \varepsilon + r\Omega \cos^2 \varepsilon \\ & + \sqrt{(2gh_2 + V_0^2 \sin^2 \varphi) \cos^2 \varepsilon - (r\Omega - V_0 \cos \varphi)^2 \sin^2 \varepsilon \cos^2 \varepsilon}; \end{aligned}$$

e finalmente chi rifletta che si ha sempre

$$V_0 \cos \varphi - r\Omega = v_0 \cos \theta$$

potrà eliminare $r\Omega$ e scrivere $r\omega$ in funzione di sole dimen-

sioni della turbine, come sono gli angoli φ , θ , ε e l'altezza h_2 , non che delle velocità V_0 e v_0 , e sarà:

$$\begin{aligned} r\omega = & V_0 \cos \varphi - v_0 \cos \theta \cos^2 \varepsilon \\ & + \cos \varepsilon \sqrt{2gh_2 + V_0^2 \sin^2 \varphi - v_0^2 \cos^2 \theta \sin^2 \varepsilon}. \end{aligned}$$

Potrebbe anche eliminarsi la velocità v_0 , sostituendo ad essa

il suo valore $\frac{V_0 \sin \varphi}{\sin \theta}$, ma senza fare questo cambiamento

nel caso generale mi contenterò di farlo in una ipotesi che assai sovente si troverà verificata, e l'ipotesi è questa: suppongo l'angolo ε abbastanza piccolo perchè il termine $v_0^2 \cos^2 \theta \sin^2 \varepsilon$ possa senza grave errore trascurarsi sotto del radicale, più invece del $\cos \varepsilon$ potrà sostituirsi l'unità; infine, essendo sempre h_2 una parte minima dell'altezza della caduta, pongo che si possa anche trascurare $2gh_2$ a fronte del $V_0^2 \sin^2 \varphi$ sotto lo stesso radicale. Trovo così:

$$r\omega = V_0 \left\{ \frac{\sin(\theta - \varphi)}{\sin \theta} + \sin \varphi \right\}.$$

Da qualche esempio numerico che verrà in seguito si vedrà poi che anche per angoli ε non tanto piccoli questa formula è ancora assai approssimata.

Per terzo caso, da studiarsi in modo particolare, assumo questo assai importante: si vuole che non la velocità angolare ω ma il lavoro utile L_m diventi un massimo. Converterà differenziare l'espressione del lavoro rispetto alla stessa velocità angolare ω , o, se vuolsi, rispetto al prodotto $r\omega$ che rappresenterò con una lettera sola x , poi uguagliare a zero il coefficiente differenziale e ricavarne il valore di x . Si cadrà sovra l'equazione

$$V_0 \cos \varphi - x + v_1 \cos \varepsilon - x \left(1 - \cos \varepsilon \frac{dv_1}{dx} \right) = 0,$$

ora, siccome

$$v_1^2 = 2gh_2 + V_0^2 - r^2 \Omega^2 - 2x v_0 \cos \theta,$$

avremo

$$\frac{dv_1}{dx} = - \frac{v_0 \cos \theta}{v_1},$$

onde l'equazione:

$$(V_0 \cos \varphi - 2x) v_1 + v_1^2 \cos \varepsilon - x v_0 \cos \varepsilon \cos \theta = 0.$$

Se ora in questa invece di v_1 si metta il suo valore

$$\sqrt{2gh_2 + V_0^2 - r^2 \Omega^2 - 2x v_0 \cos \theta},$$

si dovrà poi, come già si fece per il caso precedente, isolare il termine contenente il radicale in un membro, ed elevare al quadrato onde farlo sparire. Per tal modo tuttavia si cadrà evidentemente sovra un'equazione di terzo grado. La risoluzione di una di queste equazioni è sempre cosa assai lunga e poco pratica, quindi si può tentare di evitarla, contentandoci di valori approssimati. Se, per esempio, si possa prevedere che sarà per riuscire non troppo grande il termine $x v_0 \cos \varepsilon \cos \theta$, si potrà, in una prima approssimazione, trascurando quel termine, ridurre la precedente alla forma

$$V_0 \cos \varphi - 2x + v_1 \cos \varepsilon = 0,$$

nella quale, chi per v_1 metta il radicale precedente, cadrà sovra una semplice equazione di secondo grado in x , di non troppo difficile risoluzione. Ottenuta cotesta prima approssimazione di x si potrà cercarne una seconda, scrivendo il primo valore ottenuto dentro a v_1 , e così calcolando numericamente questo v , poi sostituendolo nella equazione stessa, che si è la prima volta risolta per approssimazione, e trattandola la seconda volta come un'equazione di primo grado in x .

Non sarà inutile notare che l'equazione approssimata, la quale si impiegò per la prima onde avere x , presenterebbe questa incognita sotto la forma;

$$x = \frac{V_0 \cos \varphi + v_1 \cos \varepsilon}{2};$$

e che quella che noi trovammo precedentemente, allorchando cercammo il valor massimo di ω , fu:

$$r\omega \text{ cioè } x = V_0 \cos \phi + v_1 \cos \varepsilon.$$

Stando così alle apparenze, potrebbesi dire che il valore di ω che rende massimo il lavoro motore è uguale alla metà del più grande che concepirà questa velocità angolare quando lo sforzo che la turbine deve vincere è nullo. Ma la differenza che esiste fra la v_1 della prima ipotesi e la v_1 della seconda fanno sì che il teorema ora enunciato non sia esatto. Potrà tutt'almeno riguardarsi come una approssimazione tanto più vicina al vero quanto minore sarà l'influenza della velocità angolare ω sulla velocità relativa v_1 . Il teorema sarebbe vero se fosse $\theta = 90^\circ$ e $\cos \theta = 0$, poichè allora v_1 diviene indipendente da ω . Altro mezzo di ottenere x per approssimazioni consecutive, quando se ne abbia già un valore alquanto prossimo, consiste nel fare quest'incognita uguale al valor prossimo, più una frazione z , svolgere il primo membro secondo le potenze crescenti di questa frazione e trascurare tutti i termini contenenti potenze superiori di z , riducendo perciò l'equazione al primo grado. Per valor prossimo di x poi se ne possono prendere diversi; la metà del valore di $r\omega$ massimo come abbiamo superiormente notato; il valore $x = r\Omega$, ovvero quello che soddisfa alla equazione $v_1 \cos \varepsilon = x$. Questi due ultimi sono impiegabili e si dimostrano tali partendo dal valore

$$L_m = \frac{\pi}{2g} \left\{ V_0^2 + 2gh_2 - (r\Omega - x)^2 - v_1^2 \sin^2 \varepsilon - (v_1 \cos \varepsilon - x)^2 \right\},$$

poichè $x = r\Omega$ distrurrebbe il primo termine sottrattivo, $x = v_1 \cos \varepsilon$ distrurrebbe l'ultimo. Si vedrà in ogni disposizione particolare, dati cioè V_0 , h_2 e gli angoli ϕ , θ , ε , quale di que' due valori possa parere più prossimo a quello che deve rendere massimo il lavoro motore.

Quando la turbine sia ancora da farsi per vedere soddisfatta l'equazione del massimo, si potrà anche usare di altro artificio. Assumere cioè x in un modo conveniente ma fino a un certo punto arbitrario, poi valersi della equazione stessa

$$(V_0 \cos \phi - 2x) v_1 + v_1^2 \cos \varepsilon - x v_0 \cos \varepsilon \cos \theta = 0$$

per determinare alcuna delle dimensioni della ruota, per esempio, l'angolo ε che qui io inchiudo anche sotto il nome di dimensione. Nel capitolo seguente farò qualche esempio numerico.

FISICA INDUSTRIALE

I NUOVI APPARECCHI DI FOTOMETRIA

DEL GABINETTO DI FISICA

DEL R. ISTITUTO INDUSTRIALE E PROFESSIONALE DI TORINO

Nota del cav. CARLO TRUCHI

Prof. di Fisica e Vice-Presidente dell'Istituto medesimo.

1. — L'indole sperimentale degli insegnamenti che sono impartiti nel nostro Istituto, si rivela dalla natura istessa degli apparecchi, dei quali vanno man mano fornendosi i vari gabinetti: difatti, mentre per un insegnamento affatto teorico il più delle volte bastano i disegni o qualche piccolo modello, nel nostro caso conviene dar la preferenza agli apparecchi reali, quali cioè servono nella pratica, ed il Consiglio Provinciale da una parte, il nostro Municipio dall'altra, secondarono sempre in questo le proposte dei professori e della Presidenza.

Negli Annali di questo Istituto dell'anno 1874, fu fatta menzione di un manometro di grandi dimensioni di Richard a mercurio, di altri manometri metallici, di un galvanometro Thomson, di un tacheometro inglese, e di buona raccolta di apparecchi telegrafici, pei corsi di telegrafia, che già vennero istituiti. In quest'anno compiamo, per parte nostra, un dovere di gratitudine verso le benemerite autorità prelodate, con alcuni cenni sugli apparecchi di fotometria, e

relativo gabinetto che vennero ad arricchire le collezioni della fisica nei due ultimi anni.

La fotometria, questa parte tanto essenziale e difficile della fisica applicata, si occupa di determinare il potere illuminante di una data sorgente luminosa, paragonata con una fiamma normale o tipo; l'uso del gaz-luce essendo ai nostri giorni estesissimo, è del potere illuminante di esso che generalmente si tratta. La provvista del gaz per i grandi consumatori, quali ad esempio i municipi per la illuminazione delle città, è regolata da apposito contratto, nel quale sono descritte le condizioni tutte riflettenti le diramazioni, i becchi, la qualità del gaz e specialmente la potenza illuminante; ed il fotometro è l'apparecchio destinato alla determinazione di essa.

2. — Vari sono i fotometri ideati dai fisici, ma giudice è in tutti l'occhio dello sperimentatore; e quantunque i metodi seguiti nelle prove siano diversi, pure quasi tutti si appoggiano al medesimo principio fisico, che è il seguente:

Se nel centro di una sfera vuota è posta una sorgente luminosa, ogni punto della superficie interna di essa è egualmente illuminato, poichè la luce irraggia egualmente in tutti i sensi. Se la medesima sorgente luminosa viene portata nel centro di un'altra sfera di raggio doppio, i raggi luminosi percorreranno una doppia distanza; ma la superficie di una sfera di raggio doppio essendo quadrupla, ogni punto non potrà ricevere che un quarto di luce; se il raggio fosse triplo, quadruplo, l'intensità sarebbe un nono, un sedicesimo; in una parola l'intensità è in ragione inversa del quadrato della distanza.

Questa legge riguarda l'intensità luminosa di una sola sorgente, rispetto alla sua distanza dalla superficie illuminata; che se due sono le luci a confrontarsi, è chiaro che quella delle due avrà maggiore intensità che, a pari illuminazione, sarà a distanza maggiore. E se si rappresentano con i ed i_1 le intensità e con d e d_1 le rispettive distanze dalla superficie illuminata, si dovrà avere $i : i_1 :: d^2 : d_1^2$; cioè le intensità sono direttamente proporzionali al quadrato delle distanze.

Per molte cause non si può attribuire una assoluta esattezza alle prove fotometriche in generale: in primo luogo perchè giudice è la vista, il più delicato dei cinque sensi, cotanto proclive alle illusioni, e la cui bontà è relativa; in secondo luogo per la mancanza di una luce o fiamma normale, o tipo, inalterabile e costante; e finalmente per la natura istessa delle diverse fiamme, le quali non avendo tutte lo stesso colore, può l'occhio essere tratto facilmente in errore dal colore rosso, o giallo, o arancio dominante. Questo inconveniente però sarebbe tolto, secondo il professore Gilberto Govi, ove con un prisma fossero in prima decomposti i raggi delle due sorgenti, e venissero quindi confrontate le intensità dei due raggi di egual colore.

3. — I principali fotometri sono: quello di Rumford, nel quale le intensità di due luci sono giudicate dalla intensità delle due ombre di un bastoncino nero da esse luci prodotte sulla medesima superficie bianca.

Il Bouguer tiene, con un diaframma nero, separate le due fiamme, ed osserva l'illuminazione da esse prodotta di due porzioni contigue di un medesimo vetro smerigliato.

L'inglese Wheatstone ideò un piccolo lucimetro a mano, composto di una scatola in ottone di 5 centim. di diametro, sulla parte superiore della quale, una piccola perla lucente di acciaio, posta sopra un dischetto di sovero, può ricevere, da una piccola manovella sottostante, un doppio movimento, può cioè girare intorno a sè mentre viene portata in giro sul coperchio della scatola; ed il numero dei denti delle ruote è tale che fa quattro giri intorno a sè mentre ne fa uno attorno alla scatola. La perla d'acciaio, posta fra le due luci da confrontarsi, presenterà due punti opposti, brillanti per la riflessione delle due luci. Girando rapidamente la manovella, in grazia della persistenza delle impressioni luminose sull'occhio, si vedranno due curve, prodotte dai due punti brillanti; e si sposterà l'apparecchio finchè si trovi la posizione, nella quale le due curve abbiano eguale intensità. Questo piccolo strumento è più pre-

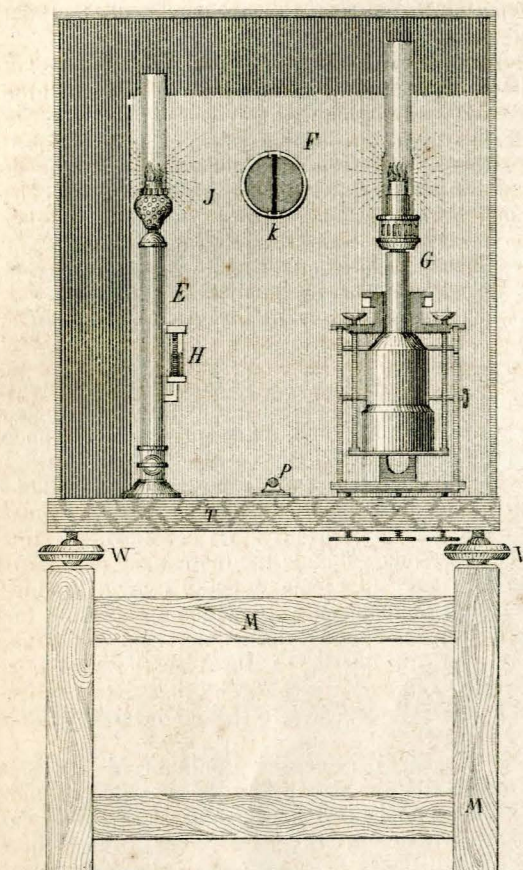


Fig. 67. Prospetto posteriore

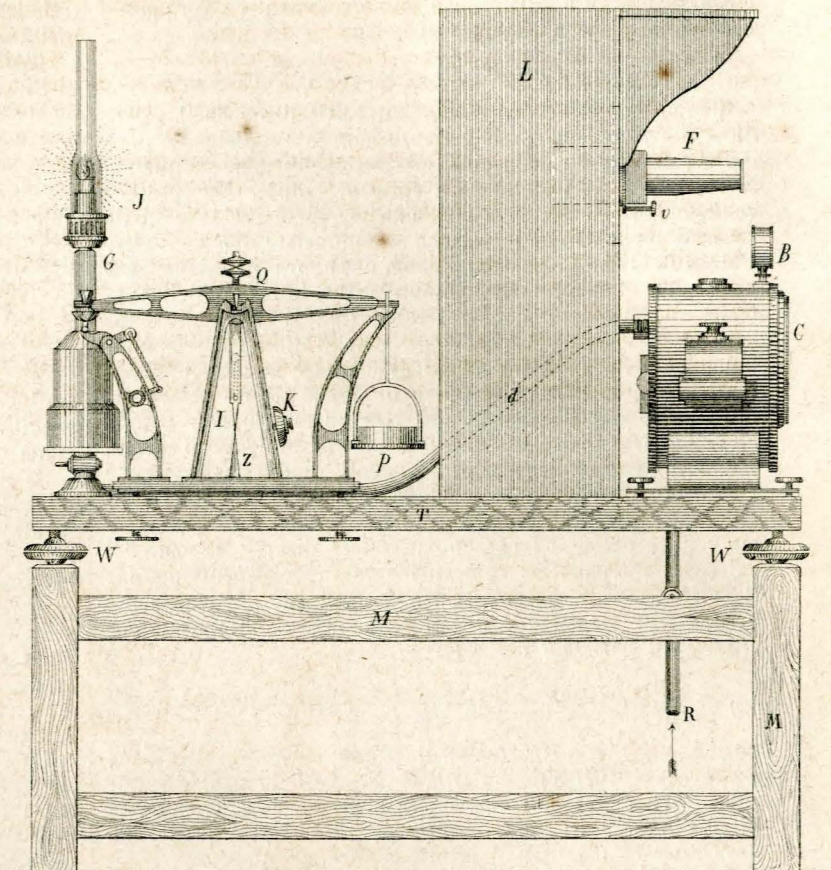
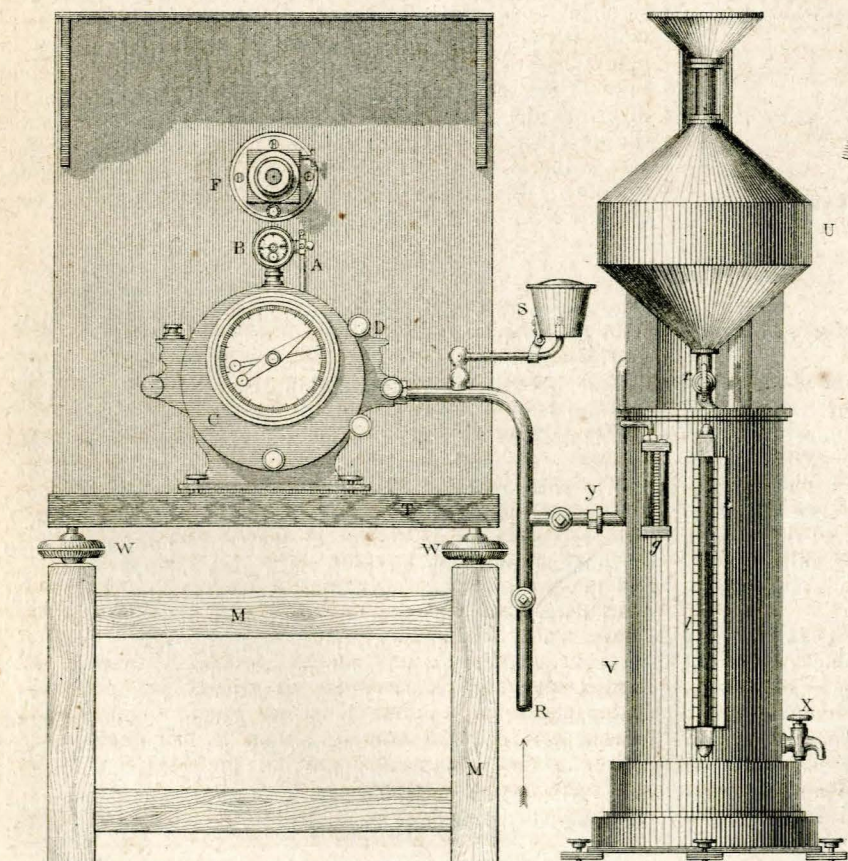
Fig. 66. Fotometro di Dumas e Regnault
veduto di fianco

Fig. 68. Prospetto anteriore

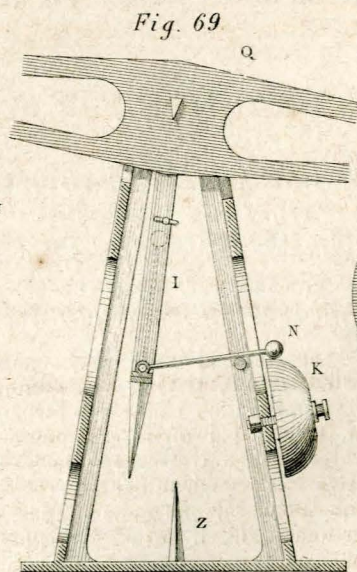


Fig. 69

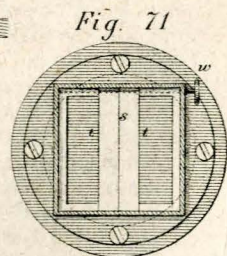


Fig. 71

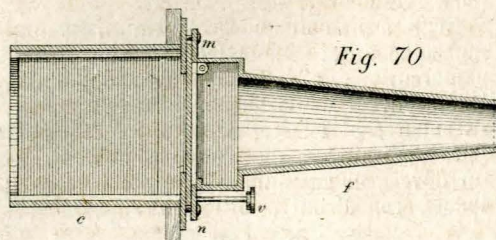


Fig. 70

ciso di quel che a prima vista possa sembrare ed è impiegato specialmente a paragonare le fiamme del gaz.

Il *Ritchie* ha un suo fotometro disposto in modo, che le due luci, riflesse da due specchi inclinati di 45° , sono ricevute sopra una carta traslucida, sulla quale sono confrontate.

Leslie finalmente, supponendo erroneamente che l'intensità luminosa sia proporzionale all'effetto calorifico, si serviva di un suo termometro differenziale nel quale una bolla di vetro era indorata.

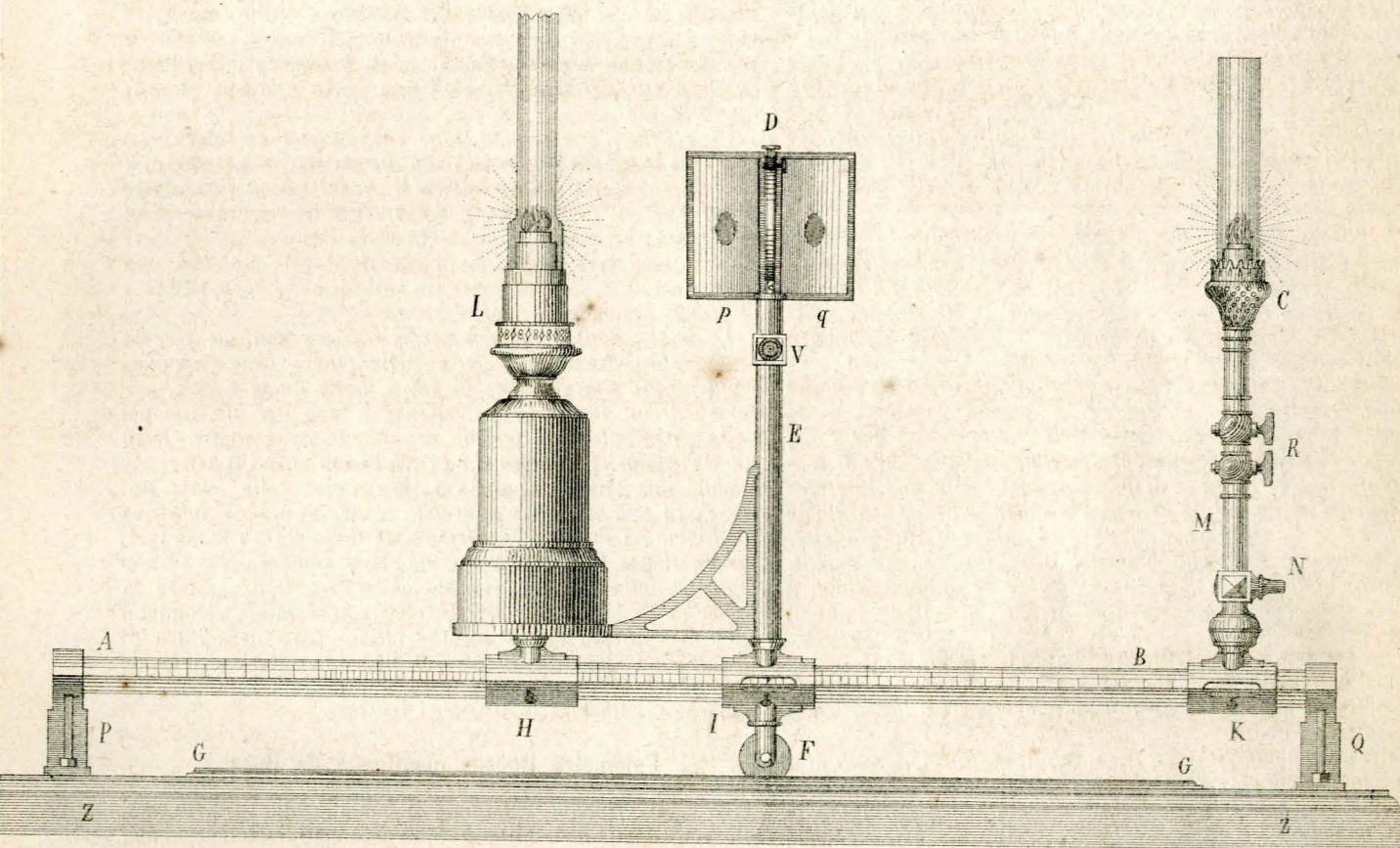
In tutti i fotometri citati ed in altri che omettiamo, è sempre col principio fisico suesposto che si giudica dell'intensità luminosa.

I fotometri acquistati in questi due anni dall'Istituto nostro differiscono affatto da quelli nominati; l'uno è di *Dumas* e *Regnault*, e l'altro è di *Bunsen*, modificato dal *Burel*, e

Il fotometro *Dumas* e *Regnault* è rappresentato nelle figure 66-71.

Tutto l'apparecchio è raccomandato da un telaio in ferro *T* lungo m. 1,40 e largo m. 0,75, che è reso orizzontale sopra un robusto tavolato in legno *M*, con quattro viti *W*. Un assito nero *L*, posto verticalmente, serve a separare la *parte anteriore*, dove si fanno le osservazioni, e dove trovasi il contatore *C*, dalla *parte posteriore* dove sono collocate le due luci.

La *parte anteriore* (fig. 68), comprende il contatore di esperienza *C* e l'oculare del cannocchiale fotometrico *F*. Il contatore, costruito secondo le istruzioni fornite da *Dumas* e *Regnault*, ha sul davanti un gran quadrante con due sfere; l'una si muove, segnando in litri e frazioni di litro la consumazione del gaz durante tutta l'esperienza; l'altra è destinata ad apprezzare di tanto in tanto il consumo in un minuto, e si sposta a mano. Il contatore riceve il gaz



72. Fotometro di Bunsen e Burel.

segnano gli ultimi perfezionamenti di questa parte della fisica industriale.

Fotometro Dumas e Regnault.

4. — Questo fotometro è forse quello che ai nostri giorni inspira maggior fiducia, in grazia appunto dei due valenti fisici i quali posero il massimo studio nella scelta della fiamma-tipo, del becco che deve in confronto servire per abbruciare il gaz e di tutti i dati che vengono raccolti durante l'esperienza.

Per fiamma-tipo essi scelsero quella di una lampada Carcel a movimento di orologeria affatto uniforme, alimentata da olio di colza purgato: la forma e le dimensioni dello stoppino, la corrente d'aria, il diametro, la forma, lo spessore del tubo di vetro, tutto venne studiato in modo che in un'ora abbiano a consumarsi 42 grammi d'olio.

Per abbruciare il gaz venne scelto il becco Argand in porcellana, costruito dal Bengel, del quale furono determinate le dimensioni tutte, il numero dei forellini, la corrente d'aria, la forma, lunghezza e spessore del tubo di vetro.

da un tubo *R*, e, per altro tubo *Y* innestato a questo, può comunicare colla clessidra laterale, il cui scopo verrà indicato in seguito. Sul tubo d'arrivo del gaz *R* è posto un braccio girevole con becco a gaz *S*, destinato a far luce durante i preparativi dell'esperienza, ma che sarà poi mascherato, come appare nella figura, durante l'osservazione. Il contatore *C* entra in azione quando si preme la piccola leva *A* e può essere fermato col tirare a sé la leva medesima. Mettendo in azione, o fermando il contatore colla leva *A*, si mette contemporaneamente in moto, o si ferma, un conta-secondi *B*, il quale registra il tempo impiegato nell'esperienza, mentre il contatore *C* misura la quantità di gaz in detto tempo abbruciata.

Lo sperimentatore tiene frattanto l'occhio all'oculare *F* del cannocchiale, che descriveremo in seguito più accuratamente, e mantiene l'intensità del gaz eguale a quella della lampada muovendo all'uopo il bottone *D*, col quale viene regolata la distribuzione del gaz dal contatore *C* al becco posto nella *parte posteriore*.

La figura 67 rappresenta la *parte posteriore* dell'apparecchio. Una colonna *E* riceve direttamente il gaz dal con-

tatore, porta il becco Argand-Bengel normale J col suo tubo di vetro, ed è munita di un piccolo manometro ad acqua H destinato ad indicare la pressione del gaz. A destra della colonna E sta la lampada-tipo Carcel G posta sul piatto di una bilancia, in modo che la sua fiamma, la fiamma del gaz e la parte posteriore del cannocchiale fotometrico F si trovino alla medesima altezza. Finalmente un livello a bolla d'aria p permette di rendere orizzontale il telaio T.

La fig. 66, che mostra di fianco tutto l'apparecchio, lascia vedere il tubo d che conduce il gaz dal contatore C al becco J, la lampada G e la bilancia con tutti i suoi particolari, quale espressamente costruì il Deleuil e che merita quindi un cenno speciale.

Un piatto della bilancia è costruito per ricevere la lampada-tipo G, e sull'altro piatto è collocato un peso P che coll'aggiunta di piombo da caccia mette in equilibrio la bilancia. Il giogo a leva Q, a lungo rombo traforato, riesce ad un tempo leggero e rigido, e la sua sensibilità può venir accresciuta colle viti che sovrastanno al fulcro. Quando la bilancia è in equilibrio, ed il giogo Q orizzontale, la punta dell'appendice inferiore I è verticale e corrisponde ad un'altra punta fissa Z, ed un piccolo martellino sta nascosto nell'appendice I, verticalmente ed in equilibrio instabile. Ma appena il giogo s'inclina dalla parte del peso P, come si vede, nella fig. 69, il martellino N cade e batte sul campanello K.

A questo segnale lo sperimentatore principia l'osservazione, mettendo in azione il contatore del gaz C ed il contasecondi B, spingendo la molla A: allora la bilancia è rimessa alla posizione orizzontale, coll'aggiunta di 10 grammi dalla parte della lampada, ed il martello N è riposto nella posizione verticale ed in equilibrio instabile. Un secondo colpo di martello avvisa che l'esperienza è finita, che i 10 grammi d'olio di colza sono abbruciati, e quindi, tirando a sè la molla A, vengono arrestati i due contatori del gaz e del tempo. Se, durante tutta l'osservazione, si ebbe cura di conservare eguale la forza di illuminazione delle due luci, per mezzo del bottone D, si avrà così la quantità di gaz consumata nel tempo in cui la lampada Carcel abbruciò 10 gr. d'olio.

Secondo le istruzioni date dai fisici Dumas e Regnault, mentre in un'ora la lampada abbrucia 42 grammi d'olio, il becco deve consumare 105 litri di gaz, cioè 10 grammi di olio per 25 litri di gaz, in ore 0,14,17", e con una pressione fra i 2 e i 3 millimetri d'acqua, verificata da manometri posti sulla condotta del gaz nella camera, e dal manometro H annesso alla colonna E che porta il becco a gaz normale.

Il saggio dovrà ripetersi tre volte, di mezz'ora in mezz'ora, lasciando sempre acceso il gaz e la lampada, e si prenderà in fine la media dei tre saggi: si deve tener calcolo della durata dell'esperienza, onde poter verificare se la lampada funziona regolarmente, cioè abbruciando 42 grammi all'ora.

Rimane a descriversi il cannocchiale fotometrico F meglio indicato colle fig. 70 e 71. La parte conica f, fig. 70, che funziona da oculare, è posta dalla *parte anteriore* e sopra il contatore di esperienze C; e la parte cilindrica c è volta verso le due luci. Nel mezzo del cannocchiale in mn sta il diaframma fotometrico che è un disco di cristallo ben terso, sul quale è stato deposto un sottil velo o pellicola di amido, sospeso nell'acqua. Tale si è il diaframma, che dopo numerose ricerche soddisfa a tutte le condizioni di trasparenza, di omogeneità e di diffusione della luce. La parte cilindrica c è divisa longitudinalmente da un tramezzo nero verticale, segnato colla lettera k nella fig. 67, e che, posto fra due scanalature, può essere avvicinato od allontanato, a seconda del bisogno, dal diaframma mn, girando il bottone v; e le due luci trovandosi all'altezza del cannocchiale, il detto intramezzo proietterà sul diaframma mn due ombre, le quali potranno essere ridotte a toccarsi esattamente.

Il campo illuminato, sul quale l'attenzione di chi opera deve concentrarsi, può essere ridotto alla sola zona centrale s, fig. 71, dove le due ombre si toccano, muovendo la vite a destra w, la quale può far avvicinare, con moto uniforme, dai due lati, due lastre annerite t, t, che si avanzano parallelamente e davanti al diaframma mn.

A complemento delle istruzioni di Dumas e Regnault non possiamo omettere la verifica del contatore di esperienze C che deve aver luogo ogni 25 giorni, e quella della buona epurazione del gaz che si fa ad ogni esperienza.

Per la prima del contatore si ha la clessidra (fig. 68), la quale si compone di un gazometro V con manometro ad acqua g e con indicatore di livello ad acqua l, sormontato da un recipiente U della capacità di 25 litri, dal quale l'acqua, per mezzo del rubinetto r, può passare nel gazometro sottostante V, ed allora il gaz sorte in egual quantità dal tubo Y. Riempito in prima il gazometro con acqua e messo il tubo Y in comunicazione coll'aria o col gaz, si apre il rubinetto X, dal quale l'acqua ne uscirà man mano che l'aria o il gaz entrano a rimpiazzarla. Chiuso quindi il rubinetto X e versata nel recipiente superiore U l'acqua così raccolta, si mette la clessidra in comunicazione col contatore C per mezzo del tubo Y, e, chiuso il rubinetto del becco a gaz, si apre invece il rubinetto r. Allora lasciando cader l'acqua dal recipiente superiore U nel gazometro V per un cinque o dieci minuti, se la pressione si mantiene costante a 0,050 d'acqua, sarà una prova che non vi sono fughe di gaz.

In seguito, posta sullo zero l'indice del contatore, ed aperto il becco del gaz, si lasciano discendere nel gazometro V i 25 litri d'acqua del recipiente U, regolandone lo scolo in modo che il manometro g della clessidra non oltrepassi m. 0,003; se a questo punto la sfera del contatore segna 25 litri, esso sarà esatto. Se il contatore e la clessidra non sono d'accordo, si ripete per tre volte almeno l'esperienza e si prende la media.

La buona epurazione del gaz si conosce con un piccolo apparecchio che fa pur parte della nostra collezione e si compone di una campana di vetro, nella quale arriva, per mezzo di un becco in porcellana, il gaz per uscirne poi dalla parte superiore per un secondo becco comune. È in questa campana di vetro che prima di introdurre il gaz si sospende una striscia di carta bianca senza colla, stata immersa in una soluzione di acetato neutro di piombo in acqua distillata. Se durante l'esperienza la detta carta rimane inalterata, il gaz è di buona qualità. È il contrario se essa si abbruna od annerisce; inquantochè essa indica allora la presenza di idrogeno solforato che, coll'acetato di piombo o sale di saturno, forma un precipitato nero di solfuro di piombo, ed abbruciando formerebbe acido solforoso, il quale non solo è inetto alla respirazione, eccitando la tosse, ma annerisce i metalli e distrugge i colori.

Fotometro Bunsen modificato da Burel.

5. — Il principio sul quale si fonda il fotometro Bunsen, differisce affatto da quelli più sopra accennati, ed è il seguente. Abbiasi un diaframma di carta la quale sia stata resa translucida, meno una porzione circolare centrale, e lo si collochi fra le due luci a confrontarsi, ed in un piano perpendicolare alla linea che unisce le due luci medesime. Si avvicini all'una od all'altra, fintantochè non si distingua più la parte translucida della carta da quella che non lo è. Questa posizione del diaframma segna il punto, in cui esso è egualmente rischiarato dalle due luci; e dalla distanza di queste dal diaframma, si deduce il rapporto delle due intensità secondo il principio fisico più sopra esposto. Il diaframma pel fotometro Bunsen è di carta da disegno fina, la quale vien preparata nel seguente modo: posta sopra una lastra riscaldata e con un vetro da orologio ricoperta la parte centrale che non deve essere translucida, si strofini tutt'attorno con un pezzo di lana inzuppato di una dissoluzione di spermaceti nell'alcool, vi rimarrà nel centro il disco non translucido già nominato.

Nel primo apparecchio di Bunsen le due luci a confrontarsi erano poste alle estremità di un regolo, lungo circa tre metri ed opportunamente diviso, sul quale poteva scorrere il diaframma, ed essere così avvicinato all'una od all'altra delle due sorgenti luminose. La consumazione del gaz era data da un contatore, e resa costante per mezzo di un regolatore di pressione. La fiamma tipo era la candela di cera in prima, poi di stearina, di spermaceti, ecc.

Il fotometro Bunsen che possiede il nostro gabinetto di fisica è quello che venne modificato da Burel e che si vede indicato nella fig. 72.

Esso si appoggia ancora al principio ideato da Bunsen per ciò che riguarda la carta fotometrica e la scomparsa della porzione centrale non translucida, quando è fra due luci di eguale intensità.

Ma ne differisce in ciò che il regolo AB metallico a sezione quadrata, e che porta la divisione, ha solamente la lunghezza di 1^m; e mentre nel primo le due luci erano fisse, e mobile il diaframma, in questo invece la fiamma a gaz sola è fissa sulla colonna M, e la lampada tipo L che qui è la Carcel suddescritta, va unita al diaframma D portato dalla colonna E e si muovono insieme sul regolo mantenendosi costantemente ad una distanza di 0,20 fra di loro, in grazia del cursore H che sostiene la lampada, ed è, come si vede, unito all'altro cursore I, della colonna E, munito di una puleggia F, che correndo in una scanalatura nel regolo metallico G, rende più libero e regolare il movimento di tutto il sistema: il cursore I ha inoltre una feritoia longitudinale, attraverso alla quale si vede la divisione del regolo, ed un indice in mezzo ad essa, corrispondente all'asse della colonna E e per conseguenza alla carta fotometrica.

La divisione del regolo venne fatta in modo che si può subito leggere a quante lampade Carcel e decimi di lampada equivale la fiamma a gaz: questo arriva dal tubo N e sale ad abbruciarsi in un becco Argand-Bengel C, quale venne già descritto. Anche per questo fotometro è necessario un contatore per misurare la consumazione del gaz, e coi rubinetti R si regola la distribuzione di esso in modo, che dal consumo di un minuto si possa conoscere il consumo del becco in un'ora; nè debbono mancare i manometri per conoscere la pressione ed avere così tutti i dati necessari.

Finalmente per osservare la macchia sul fotometro e veder quando essa scompaia per essere egualmente illuminata dalle due parti, i due specchietti *pq*, mobili sopra uno spigolo posto nel piano del fotometro D, e collocati a conveniente distanza dietro di questo, per rispetto a chi guarda, possono per mezzo della vite V ricevere una inclinazione di 45° col fotometro; ed allora l'osservatore stando davanti alla colonna E, vedrà le due immagini contemporaneamente nei due specchietti. Facendo dunque muovere il cursore I, si muoverà con esso anche il cursore H e la lampada L e si troverà così il punto in cui la tinta del diaframma D appare uniforme nei due specchietti *pq*; e l'indice del cursore I indicherà subito sul regolo AB il rapporto delle due intensità.

Tutto l'apparecchio è portato da due piedi P, Q, posti sopra uno zoccolo in legno Z.

6. — I due fotometri descritti sono accompagnati da altri apparecchi che ne formano il complemento, e che indicheremo brevemente:

1° Due manometri ad acqua ed a tubo inclinato onde apprezzare le frazioni di millimetro della pressione del gaz, e che debbono far parte dei due fotometri di Dumas e Regnault e di Bunsen.

2° Un piccolo indicatore di pressione a quadrante e galleggiante, ideato da Schilling.

3° Un altro indicatore di pressione più grande, a registrazione automatica, sopra un disco di carta girante per un movimento di orologeria, che è una modificazione di quello più grande ancora, a cilindro girante, di Crosley; questo indicatore mostra registrate sul disco girante, l'ora e tutte le variazioni di pressione avvenute nelle 24 ore.

4° Un apparecchio per osservare la buona epurazione del gaz colla carta all'acetato di piombo, del quale si teneva parola parlando del fotometro Dumas e Regnault.

5° Un piccolo regolatore Clegg delle pressioni, ad otturatore conico.

6° Finalmente una raccolta di oltre a trenta becchi a gaz tipi, cominciando da quelli a fenditura detti *bec-papillon* ovvero *chauve-souris*, a quelli detti Manchester a fori, ossia a *queue de poisson*.

In questa serie, non ancora completa, si hanno però alcuni becchi, quali vennero studiati da Dumas e Regnault, onde adattarne la forma e la dimensione al consumo del gaz.

7. — A questi sono da aggiungersi altri apparecchi che il gabinetto già possedeva, cioè:

Un contatore comune Crosley, ma aperto onde vedere e studiare la forma del tamburo girante e come il suo movimento si comunichi ai quadranti registratori.

Un piccolo modello portatile, per uso della scuola, del primo fotometro Bunsen.

Un modello del fotometro a riflessione Ritchie.

Il fotometro a perle d'acciaio di Wheatstone.

Gli apparecchi fotometrici che abbiamo più diffusamente descritti, vennero provvisti dalla casa J. Brunt di Parigi, la quale, del fotometro Dumas e Regnault, costruiva solo il contatore di esperienze e la clessidra. Il cannocchiale fotometrico, la lampada Carcel, la bilancia e tutti gli altri accessori furono fabbricati dal Deleuil, dietro le istruzioni fornitegli nel 1860 da Dumas e Regnault e da L. Foucault.

La spesa veniva sostenuta, come per tutto il materiale scientifico, dalla benemerita Provincia di Torino; ed il nostro Municipio, che già tanto fece per ingrandire ed abbellire i gabinetti dell'Istituto e specialmente quello di fisica, faceva disporre appositamente una piccola camera colle pareti annerite, colle diramazioni del gaz e con tutto l'occorrente, perchè potessero esservi raccolti e disposti per l'istruzione pratica tutti gli apparati fotometrici nominati.

SUNTO DEI LAVORI DI ASSOCIAZIONI SCIENTIFICHE

ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI PARIGI.

Perfezionamento dell'indicatore di Watt. — Nella seduta del 5 giugno dell'Accademia delle Scienze di Parigi, il signor Y. Villarceau ha presentato una nota del sig. Mallet relativa ad un perfezionamento arrecato all'indicatore di Watt, collo scopo di renderlo più specialmente applicabile alle macchine a grande velocità ed a lavoro variabile, come sono le locomotive.

È noto infatti essere estremamente laborioso ottenere i diagrammi coll'indicatore in queste macchine, quando sovra tutto vogliasi averne un certo numero: com'è indispensabile per conoscere il lavoro effettivamente sviluppato nel percorrere un determinato tratto di via. L'apparecchio di Mallet permette appunto di rilevare quante curve si vogliono in ogni istante del viaggio e di avere registrati sulla carta tutti gli elementi del lavoro.

L'indicatore propriamente detto non differisce da quelli ordinari, soltanto la carta è continua ed avvolta su due cilindri in modo analogo a quello degli apparecchi telegrafici. La carta è posta in moto in una maniera qualsiasi e generalmente mercè un movimento d'orologeria, che agisce solo quando si vogliono rilevare i diagrammi. Basta che l'osservatore collocato sulla piattaforma della macchina ed anche in una vettura premendo un bottone stabilisca una corrente elettrica, perchè la carta si svolga e perduri un tal movimento durante tutto il tempo del contatto. La velocità assoluta della carta è indifferente e può anche essere irregolare.

Il tracciatore unito allo stantuffo dà quindi una curva continua delle pressioni, mentre un secondo tracciatore fisso segna la linea che rappresenta la pressione atmosferica. Brevi contatti stabiliti alle estremità degli scorritoi e toccati alternativamente da un contatto fissato sulla testa dello stantuffo a vapore, fanno scoccare ad ogni fin di corsa una scintilla che fora la carta in punti rigorosamente corrispondenti ai termini di ogni corsa semplice dello stantuffo, la quale riesce pertanto perfettamente limitata sulla carta. Finalmente un piccolo meccanismo di orologeria fa scoccare una scintilla dal tracciatore della linea atmosferica ad ogni secondo, o frazione, o multiplo di secondo. È quindi sufficiente osservare quante corse o frazioni di corsa corrispondono all'intervallo tra due di queste scintille per avere la velocità di rotazione delle ruote motrici.

Si ha così sul diagramma tutto quanto è necessario ad ottenere il lavoro del fluido motore, e ciò senza altra cura

che quella di stabilire il contatto elettrico a distanza nel momento e per il tempo in cui si vogliono avere i diagrammi. Si comprende pure, che, lasciando chiusa la chavetta dell'indicatore, l'apparecchio può anche servire a constatare e registrare la velocità della macchina.

ISTITUZIONE DEGLI INGEGNERI CIVILI A LONDRA.

Sul materiale d'armamento delle strade ferrate. — Nell'adunanza del 23 maggio dell'Istituzione degli Ingegneri di Londra, il signor R. Price Williams lesse una memoria sul materiale fisso delle strade ferrate.

Allorchè, dieci anni sono, la questione del mantenimento e del rinnovamento del materiale fisso fu discussa dinanzi alla stessa Società, le rotaie d'acciaio potevano riguardarsi come nel loro periodo di prova. Pochi erano i casi, in cui erano state messe in uso, e piuttosto impiegate in via d'esperimento nelle stazioni, ed in situazioni nelle quali per la piccola velocità dei convogli non si correva il rischio di quelle improvvise rotture alle quali si temeva dovessero andar soggette. L'esperienza ha però posto in chiaro che tali dubbi erano privi di fondamento e che l'acciaio, colla piccola quantità di carbonio che vi si introduce quando deve servire per rotaie, è un materiale grandemente superiore al ferro, vuoi per la resistenza, vuoi per la durata, e non è soggetto più di quello al pericolo di subitanee fratture. Le rotaie d'acciaio hanno ora quasi totalmente sostituito quelle di ferro sulle principali linee inglesi, e la recente riduzione di costo della loro fabbricazione condurrà senza dubbio al loro impiego esclusivo.

L'autore osservò che dal 1865 ai nostri di il traffico in genere e segnatamente il trasporto di minerali su alcune strade ferrate inglesi è raddoppiato ed in certi casi perfino triplicato. Ciò ha portato naturalmente un aumento di spesa nella manutenzione e nel rinnovamento del materiale, che però non salì nella medesima proporzione: ed è questa una prova certa della maggior durata del materiale impiegato. Così nell'ultimo decennio sul *Great-Northern Railway* il tonnellaggio è aumentato del 177 per 100, mentre la spesa per miglio (m. 1609,31) di manutenzione è cresciuta soltanto del 45 per 100: sul *Midland Railway* il tonnellaggio è aumentato del 113 per 100 e la spesa di manutenzione del 64 per 100, la maggior parte di questa riferendosi a materiali.

Dal 1868 i rapporti semestrali delle compagnie furono redatti secondo un sistema uniforme e fu abolita la distinzione tra *manutenzione* e *rinnovamento*: la spesa di mantenimento dei binari di servizio, scambi, incrociamenti fino allora inclusa sotto il titolo *opere relative alle stazioni*, fu collocata sotto quello di *manutenzione della via*.

L'autore ha compilato delle tavole e dei diagrammi in accordo con questo nuovo sistema: nel mettere però a confronto la spesa di manutenzione delle differenti linee dovette tener conto delle pendenze, del peso, della velocità in ciascun caso speciale, e così pure della lunghezza dei tratti ad uno, due o tre binari e della lunghezza dei binari di servizio. Per ottenere una base comune di paragone, l'autore ha studiato la spesa di manutenzione sia per miglio di strada ferrata, che per miglio di linea ad un binario, ed ha trovato molto maggior uniformità nella seconda che nella prima.

La spesa media della manutenzione e del rinnovamento del materiale fisso sul *Great-Northern Railway*, nell'anno 1865 fu di L. st. 134 per miglio di binario, il costo netto del rinnovamento di un miglio di linea ad un binario essendo di L. st. 1374. Dividendo l'ultima somma per 124 si aveva 11 anni per quella che l'autore chiama *vita media del danaro* (*average money life*), ossia, in altri termini, la somma annua spesa allora avrebbe rinnovato l'intero miglio di linea in 11 anni. Nel 1875, quando già erano adoperate rotaie d'acciaio, la spesa di mantenimento e rinnovamento per miglio di linea ad un binario fu di L. st. 128,78; il prezzo netto del rinnovamento di un miglio di linea essendo di L. st. 1626 la *vita del danaro* riuscì di soli 9 anni.

Paragonando il costo medio della manutenzione e del rin-

novamento delle nove principali linee inglesi, l'autore ricavava che questo è più alto e quindi minima la *vita del danaro* sul *Lancashire and Yorkshire Railway*, ove è di soli anni 6,66. La massima ha luogo sul *South Eastern* e sul *London and Brighton railway*, ove è rispettivamente di anni 10,50 e 10,38. Il costo medio per miglio di linea ad un binario delle nove linee ferroviarie durante gli ultimi 10 anni è di L. st. 158 per anno, equivalenti ad una *vita media del danaro* di 7,61 anni, supponendo che siano state adoperate rotaie di ferro per il rinnovamento. Durante il 1875 il costo medio di manutenzione di queste stesse nove linee è stato di L. st. 213,64 per miglio di linea ad un binario, che, anche supponendo, come non è il caso, che sieno state impiegate nel rinnovamento soltanto rotaie d'acciaio, dà solo anni 7,34 per l'attuale *vita del danaro* di circa la metà della totale lunghezza delle linee inglesi.

Il costo annuo del mantenimento della via permanente di queste linee rappresenta l'interesse del 2 1/2 p. 100 sul capitale ordinario, cosicchè ogni anno d'aumento sulla *vita del danaro* corrisponderebbe ad un'aggiunta di 1/4 p. 100 d'interesse sullo stesso capitale: ciò che dimostra l'importanza degli studi diretti a rendere più durevole il materiale d'armamento.

Il signor Price-Williams fece quindi notare la differenza che corre tra quella che egli chiama *moneylife* e la *vita attuale* o *durata* del materiale fisso, la prima altro non essendo che il rapporto tra il costo di costruzione e l'annua spesa di manutenzione. In altro suo lavoro era stato asserito che alcune rotaie di ferro di una porzione del *Great-Northern Railway* avevano durato appena due anni e mezzo. Le rotaie che vennero loro sostituite nel 1863, guarentite per 7 anni, non furono tolte completamente fino al 1870; nel frattempo però ne era stata rinnovata una buona parte, talchè la loro durata media fu soltanto di anni 5 1/2.

La durata delle rotaie è interamente questione di tonnellaggio, di velocità e di frequenza di convogli. Infatti sulla ferrovia del *Great-Northern Railway* da *Peterborough* a *Gainsborough*, aperta nel 1848 ed il cui traffico è molto inferiore a quello della massima parte delle altre linee, i primi rinnovamenti avvennero nel 1868, e soltanto nell'anno passato fu rinnovata l'intera linea; alcune delle rotaie originarie erano ancora al posto dopo 28 anni, durante i quali 39 milioni di tonnellate erano passati sovr'esse. Esempi analoghi offrono altre sezioni della stessa rete.

Durante l'ultimo decennio l'85 p. 100 delle rotaie del *Great-Northern Railway* è stato rinnovato, e la durata media delle rotaie fu appena di 16 anni. Con questa durata media delle rotaie e nell'ipotesi che la durata delle traversine sia di 8 anni, il costo preventivo del rinnovamento sarebbe di L. st. 128,90 per miglio di linea ad un binario, mentre la spesa effettiva è stata di L. st. 139,55.

Le rotaie d'acciaio furono impiegate per la prima volta sul *London and North-Western Railway* a *Camden Town* nel 1862, ed alla stazione di *Crewe* nell'anno seguente. Furono esposti dei diagrammi che dimostrano il consumo ed il tonnellaggio passato sulle rotaie di *Crewe*. Risulta in media il consumo di 1/16 di pollice inglese (il pollice inglese vale metri 0,0254), corrispondente ad un traffico di 9,370,777 tonnellate. Sul *Great-Northern Railway* si adoperarono rotaie d'acciaio per la prima volta sulle vie di servizio per il carbone a *King's Cross*, ma non si poté bene accertare il tonnellaggio al quale vennero sottoposte. Nel febbraio 1867 si armarono con rotaie d'acciaio le linee ascendente e discendente della galleria di *Maiden-lane*. Sulla linea discendente il traffico era essenzialmente difficile. Anche per queste rotaie fu costruito un diagramma che ne rappresenta il consumo e che dimostra il tonnellaggio passato sovr'esse; vi è pure notata la composizione chimica dell'acciaio impiegato. Il traffico corrispondente ad un consumo di 1/16 di pollice varia da 5,251,000 a 31,061,000 di tonnellate. Furono eseguiti diagrammi analoghi dimostranti il tonnellaggio, il consumo e l'analisi chimica delle rotaie d'acciaio impiegate in altri tratti del *Great-Northern Railway*. Un saggio di rotaie collocate presso *Hornsey* nel 1866-67 presenta un consumo di soltanto 0,15 di pollice

durante un periodo di 9 anni e mezzo sotto il passaggio di 66,546,000 tonnellate, equivalente a 27,727,000 di tonnellate per 1/16 di pollice. La proporzione di carbonio in esse non era che di 0,320 per 100.

L'apertura del *Metropolitan Railway* fino a *Farrigdon-street* ebbe luogo nel 1863 e la linea fu estesa fino a *Morgate-street* nel 1865. La maggior parte delle rotaie d'acciaio su questa linea sono state rinnovate due volte a cagione dell'immenso traffico. Il rinnovamento è stato fatto specialmente in prossimità delle stazioni dove i freni raggiungono il loro massimo effetto, cioè in punti intermedi tra il luogo d'applicazione dei freni e la piattaforma delle stazioni. I diagrammi relativi fanno vedere una notevole differenza nel consumo tra la parte umida e la parte asciutta della galleria di *Clerkenwell*, sebbene non varii l'importanza del traffico.

L'autore termina la sua memoria coll'esprimere la speranza che in avvenire le rotaie d'acciaio verranno costruite di qualità uniforme e tale da poter assicurare per un consumo medio di 1/16 di pollice un traffico di 30 milioni di tonnellate. Con siffatti materiali la durata media delle rotaie d'acciaio corrisponderebbe a un passaggio di 300 milioni di tonnellate e sarebbe, sulle linee del *Great-Northern Railway* sottoposte a maggior traffico, di ben 42 anni. E questa più lunga durata avrebbe per effetto la riduzione della spesa annua di rinnovamento da L. st. 213 a circa L. st. 107 per miglio di linea ad un solo binario (da 3,300 fr. a 1,660 fr. per chilometro).

E. L.

BIBLIOGRAFIA

I.

Sulle costruzioni e manutenzioni stradali. — Memoria del professore ingegnere Giorgio De-Vincentiis, ammessa a far parte degli atti del secondo Congresso degli ingegneri ed architetti italiani, tenutosi in Firenze nel settembre 1875. Firenze, 1876.

L'autore esordisce con dire che l'argomento delle costruzioni stradali è di un'importanza eccezionale per gli ingegneri, a cagione del continuo crescente bisogno di nuove strade facili e comode, e del continuo diminuire dei mezzi e delle risorse di cui i comuni e gli altri enti possono disporre per questo importantissimo ramo di pubblica amministrazione; passa quindi a discorrere del metodo di risolvere, *a priori*, la questione della massima comodità colla minima spesa di costruzione, e non avendovi gran fiducia, espone alquanto sue considerazioni tecniche, economiche ed amministrative tratte dai propri studi fatti nella sua provincia nativa di Bari nello scopo di vederle confortate o corrette da quanti si occupano dell'argomento.

Proseguendo, espone la storia delle strade nella provincia di Bari, e il progressivo miglioramento di quella viabilità, ma lamenta per alcune di esse il costo eccessivo, che si eleva dalle L. 13,016 alle L. 16,528 per chilom.; non tralascia di farne il paragone con quelle di 1^a e 2^a categoria di Zug in Svizzera, le quali hanno costato in media lire 8333 al chilometro; ed appoggiandosi ad una memoria dell'ingegnere Cantalupi sulla costruzione delle strade in ghiaia della Lombardia, passa a rassegna le strade della Lombardia, compresa Mantova, le quali costarono lire 3268 al chilom.; quelle della provincia di Como, L. 2349; e quella difficilissima nella provincia di Bergamo per accedere alla valle Taleggio con molte opere d'arte, e diversi ponti, la quale non costò che lire 13,182 per chilometro.

L'autore ammette che da tutte queste cifre non puossi trarre una ragione di esatto confronto, vuoi per la diversità dei luoghi, vuoi per quella dei lavori, soprattutto in Lombardia nella parte piana ove si ridussero a piccoli adattamenti delle vecchie strade. Ma nota ad ogni modo il fatto secondo cui nel Barese fino al 1860 si erano costruite appena 745 chilometri di strade di ogni natura con la spesa di oltre 10 milioni, quando in Lombardia se ne erano costruite e sistemate ben quattro volte tanto di comunali con meno di 8 milioni; attribuisce la causa del costo eccessivo delle strade del Barese, e generalmente del Napoletano, essenzialmente alla soverchia altezza della massicciata di metri 0,60 ed alla larghezza eccessiva della strada, dappoiché secondo i primi regolamenti, quelle di ultima categoria non potevano essere minori di metri 6,85.

Dopo avere esposto la parte critica delle strade del suo paese, l'autore passa ad accennare come convenga nei paesi piani ed ondulati utilizzare per le strade comunali e vicinali tutte le vie naturali senza mutarne l'antico tracciato, ma solo ampliandone la larghezza a non più che 5 metri; limitare l'uso della doppia massicciata ai siti paludosi, ed adottare una semplice inghiaia di preferenza a pietrisco negli altri, di spessore maggiore o minore a norma della natura del terreno; adoperare la cilindratura a comprimere sia il fondo della incassatura, sia l'inghiaia; giovare nella manutenzione l'inaffiammento, ed all'uopo potersi costruire nelle depressioni del terreno appositi serbatoi per raccogliere le acque pluviali.

Passando a trattare delle manutenzioni stradali l'A. fa osservare che il miglior sistema di manutenzione non è quello che costi meno, ma quello che con minore spesa dia le strade più facili e comode; e a questo scopo dice che bisogna sempre accettare i materiali quali sono offerti dal paese, ma occorrervi una assidua mano d'opera intelligente.

Fa anche cenno dell'uso di macchine da sostituire al lavoro manuale, sia nel rompere, sia nel vagliare il materiale, ma riconosce la necessità di studi e sperimenti in grande, da farsi dagli stessi inventori e costruttori, i quali potranno allora darci una soluzione industriale accettabile di questa questione.

Riguardo poi al metodo d'impiego del materiale, ed a tutta la relativa mano d'opera di assodamento e di continuo pulimento della strada, l'autore non vuole in alcun modo che se ne immischii l'impresario, dovendosi fare per mezzo dei cantonieri.

Preferisce gli spandimenti parziali a quelli generali, ma soggiunge che avendo riguardo alle condizioni diversissime di clima e di irriguità nelle varie provincie, sarebbe un'utopia pretendere un sistema uniforme e generale di manutenzione; accenna tuttavia alla convenienza di ridurre la sezione stradale ad arcatura più mite, e quasi trasformata in due piovanti piani uniti con una curva avente una freccia di 1/25 o di 1/30 di corda; suggerisce l'inaffiammento dove è possibile; la cilindratura del materiale quando si tratti di ricarichi generali; ed infine l'allargamento dei cerchioni delle ruote, non nascondendo la difficoltà pratica di questa proposta soprattutto per la grande molestia che lo stesso commercio ne risentirebbe.

Passando a dare alcuni suggerimenti sul metodo di vigilanza e di esecuzione, dichiara l'utilità di un sistema determinato di premi e di pene da applicarsi al personale di sorveglianza.

Sono annessi alla memoria alcuni allegati di statistica, e alcuni dati sperimentali sullo sforzo di trazione, e sul costo di questa per ogni tonnellata-chilometro.

II.

Ferrovie a cavalli. — Memoria dell'ing. Leopoldo Mirotti, sulla convenienza dell'impianto delle ferrovie a cavalli nell'interno e nei contorni delle città, e sul sistema migliore da adottarsi. — Firenze. 1876.

È questa una Memoria di 15 pagine di stampa e quattro tavole, estratta dagli Atti del Congresso degli Architetti e Ingegneri tenuto a Firenze nel settembre dell'anno passato.

In essa, chiariti i vantaggi della trazione sui regoli di ferro in confronto di quella sulle vie ordinarie, enumerate le molte e tanto vaste applicazioni del sistema nell'America del Nord, e segnatamente a New-York, dove si contano 470 chilometri di *tramsways*, a Londra (210 chilom.), Liverpool, Birmingham, Glasgow, ecc., — a Parigi (147 chilom.) Marsilia, Lione, Havre, Lille e Versailles — a Vienna (40 chilom.), a Bruxelles — e per ultimo a Torino, l'egregio ingegnere Mirotti prende a stabilire in poche parole le essenziali differenze che debbono esistere tra le ferrovie a cavalli e quelle a vapore.

Ritiene in massima che la superiorità della trazione a cavalli su quella a vapore cesserebbe quando la distanza da percorrersi oltrepassasse i 4 chilometri. Sostiene essere scopo precipuo di una ferrovia a cavalli quello di raccogliere e rilasciare *in tutti i punti del suo percorso* i passeggeri, cambiandoli *spessissimo*; essere inoltre imprescindibile bisogna quella di moltiplicare il più possibile le partenze e gli arrivi; essere necessario infine che l'esercizio, pagate le spese, dia ai capitali impiegati, un equo frutto remunerativo. Al quale proposito osserva non essere difficile rendersi conto delle spese tanto per l'impianto, quanto per l'esercizio, essere invece cosa molto incerta la preventiva valutazione dei prodotti.

Accenna all'onere, di cui sono generalmente gravati i tramways, di mantenere cioè la zona stradale gratuitamente concessa, e sostiene che i municipii trovano già un vantaggio dalle ferrovie a cavalli nel minor consumo del suolo pubblico, per non cercarne altri, che possono bastare a renderle impossibili. Vorrebbe perciò che le Amministrazioni contribuissero, nella stessa proporzione di prima, alla manutenzione della zona occupata dal tramways.

L'ingegnere Mirotti passa in seguito a rassegna i diversi sistemi più recenti e più adoperati per l'impianto delle ferrovie a cavalli. Tutti li paragona segnatamente dal punto di vista del costo chilometrico che sale a Londra per tramways a doppio binario, a lire 200,000 per chilometro, mentre a Parigi più non costano che lire 135,000, ed a Glasgow lire 100,000. Offre disegni nitidissimi e precisi dei tre sistemi più caratteristici e preferiti, come quelli di Loubat, di Bazaine ed il sistema inglese. Consiglia alcune modificazioni plausibilissime nella applicazione loro in Italia, come quella di sostituire al letto di calcestruzzo una semplice massicciata di sabbia e ghiaia, con che si ridurrebbe la spesa chilometrica del doppio binario, anche tenendo conto della diversità delle circostanze locali a lire 90,000 ed anche meno, specialmente all'infuori degli abitati. A diminuire maggiormente le spese d'impianto, l'Autore crede conveniente di adottare per i tramways in Italia lo scartamento ridotto, di 1 metro, e noi siamo in questo perfettamente d'accordo con lui. Vorrebbe eziandio veder praticamente affermato il principio delle rotaie salienti del sistema Vignolles su quelle a canale comunemente adoperate, con che si adottasse il sistema proposto dall'ing. Carlo Bergeron, direttore dell'esercizio delle ferrovie della Svizzera occidentale. L'ingegnere Mirotti si ripromette una notevole economia di impianto, una maggiore facilità di riparazione, e la possibilità dell'esercizio a vapore. Noi siamo certi di vedere tra breve la forza elastica del vapore o quella dell'aria compressa, utilmente sostituita alla trazione animale di qualsiasi modesto tramways anche nell'interno delle più frequentate città, ma non siamo punto convinti sulla preferibilità delle ordinarie rotaie da strada ferrata e relative contro-rotaie di granito al sistema d'armamento attualmente in uso, il quale si pratica oggidì con successo su tutte le specie di strade ordinarie.

Ad ogni modo codesto lavoro accurato e coscienzioso del cav. Mirotti vuol essere preso in attento esame anche per la copia di buoni dati che registra da quanti intendono occuparsi della questione tanto importante dell'economico e sollecito impianto dei tramways.

III.

Studi sui minerali del Lazio. Parte prima. — Memoria letta alla R. Accademia dei Lincei dal socio prof. Giovanni Strüver. Roma, coi tipi del Salviucci, 1876.

Fra le regioni vulcaniche, ricche di svariati prodotti minerali, occupa uno dei primi posti l'antico Lazio, quella estesa contrada che comprende i monti albanì e tuscolani, colle loro adiacenze. Parecchi scrittori di cose mineralogiche rivolsero la loro attenzione allo studio del vulcano laziale, e molti fatti nuovi ed importanti furono per le loro cure acquistati alla scienza. Così Pier Maria Cermelli nel 1782, G. Brocchi nel 1817, e soprattutto mons. Lavinio de' Medici-Spada nel 1845, il quale ultimo diede un elenco così completo dei minerali del Lazio che nissuno dopo lui riuscì ad aggiungervi una sola specie ben determinata.

Se non che le descrizioni dello Spada trovansi quasi affatto disgiunte da ricerche cristallografiche e chimiche. Ed è perciò che ad onta della memoria importantissima pubblicata più tardi, cioè nel 1866 da G. vom Rath, ricca di gran numero di dati cristallografici e chimici sulla mineralogia italiana e di tanti altri scritti di studiosi italiani riflettenti piuttosto la geologia che la mineralogia, le nostre cognizioni a riguardo dei minerali del Lazio non potevano dirsi molto complete sia sotto l'aspetto cristallografico, sia sotto quello chimico.

Lo Strüver chiamato a Roma da Torino per l'insegnamento della mineralogia all'Università ed alla scuola degli Ingegneri, avendo trovato nel Museo mineralogico della R. Università di Roma la ricca collezione dei minerali del Lazio messa semplicemente insieme dal Riccioli e dallo Spada, dove, per dirla colle stesse parole dello Strüver, non saprebbe se più ammirare la infaticabile pertinacia del raccoglitore, o l'occhio arguto dell'osservatore che seppe distinguere e scegliere i cristalli più piccoli e più difficili a determinarsi, lo Strüver vide tosto che oltre alle cure già di per se stesse molto gravi dell'insegnamento, altre a lui spettavano in particolare, e si propose non solamente di togliere ogni lacuna nello studio cristallografico e chimico dei minerali del Lazio, ma di collegare codesti studi ed i risultati delle sue ricerche con quanto ebbesi già ad osservare di analogo in altre località.

E rivolse particolarmente lo sguardo a quelle singolari associazioni di minerali che allo stato di massi erratici si trovano sparsi nei peperini, negli strati di tufo incoerente e di lapilli, e sono racchiusi non di rado dalle stesse lave compatte. È noto da lungo tempo che tali massi presentano una grande rassomiglianza con quelli che, in identiche od analoghe condizioni, esi-

stono al M. Somma, sul lago di Laach in Germania, a Pitigliano in Toscana, a Ventotene, una delle isole Ponze, e via dicendo. L'origine di questi aggregati, nonostante molte pregevoli ricerche di già da parecchi dotti istituite, rimane tuttora alquanto oscura. Per stabilire una teoria sulla provenienza e formazione dei massi accennati occorrono anzi tutto molti studi comparativi, i quali se furono fatti per i massi del Somma e del lago di Laach, mancavano ancora quasi affatto per quelli del Lazio. Fu quindi ottima idea quella dello Strüver di comprendere nel programma del proprio lavoro anche lo studio particolareggiato di questi massi.

Lo Strüver ci prepara senza dubbio un lavoro che formerà uno dei più bei ornamenti delle biblioteche mineralogiche.

Nella memoria che ci sta dinanzi sono in un primo capitolo trattate le specie minerali spettanti alle classi degli elementi nativi, dei solfuri, degli ossidi. Così il solfo, e tra i solfuri la calcopirite, la pirrotina, e la pirite. Poi la *magnetite* che vi è assai più diffusa e che dà luogo allo studio di molte forme cristalline semplici e combinate con perfetta analogia di quelle del medesimo minerale proveniente dal monte Somma, e da altre località. Viene in seguito lo studio dello *Spinello-Pleonasto* col quale lo Strüver ebbe a constatare una ricchezza di forme, insolita per il pleonasto, sei delle quali affatto nuove, ossia non mai trovate da alcun autore.

Ed infine nel secondo capitolo fra i *silicati anidri*, troviamo ampiamente studiata la *haüyna* laziale che prima del 1807 era detta lazialite, e che fu poi così chiamata in onore di Haüy; le numerose analisi chimiche delle sue varietà e segnatamente la sua identità chimica colla così detta *berzelina* non servono che di introduzione alle ricerche cristallografiche sia delle cinque forme semplici che delle molte combinate, fra cui sono notevolissime i geminati tanto a giustapposizione, che a sovrapposizione, i quali ultimi erano stati descritti dal vom Rath come spettanti alla *sodalite*. Ulteriori ricerche schiariranno i dubbi che ancora rimangono sulla natura chimica di quegli interessanti gemelli.

Lo Strüver termina la sua memoria col *lapis-lazuli* la cui presenza nel peperino del Lazio per la prima volta riconosciuta dallo Spada, più non erasi menzionata dagli autori che si occuparono della mineralogia di quel distretto. Or bene il lapis-lazuli del Lazio è un minerale la cui presenza costituisce un'altra grande analogia del vulcano laziale col monte Somma, mentre alcuni frammenti ove non fossero ravvolti nel peperino si scambiarebbero col lapis-lazuli dell'Asia.

La memoria è accompagnata dalle figure cristallografiche, e relative proiezioni stereografiche, nitidamente incise in rame dal nostro Nizza di Torino, valentissimo artista che accoppia alla precisione del bulino l'abilità pratica necessaria per simil genere di lavori cristallografici.

Abbiamo detto altra volta in queste stesse colonne che i lavori di Strüver sono di quelli che passano i confini del regno; ed ora siamo lieti che esso abbia trovato nel Museo di Roma un terreno sì bellamente preparato allo studio di una parte così interessante della Mineralogia italiana la quale ha tanti riscontri coi lavori già iniziati da illustri scienziati stranieri e di cui quello ora intrapreso formerà un indispensabile complemento.

IV.

Repertorio delle miniere. — Leggi, decreti, regolamenti, circolari, atti diversi concernenti le sostanze minerali. — Serie 2ª, vol. II. Roma, Stabilimento tipografico alle terme Diocleziane.

In seguito ad un voto del Consiglio delle miniere è stata ripresa, a cura del ministero di agricoltura, industria e commercio la pubblicazione della seconda serie del *Repertorio delle miniere*, di cui il 1º volume fu pubblicato nel 1861 e ristampato nel 1874.

Il 2º volume, testè pubblicato, riguarda quasi esclusivamente la parte storica e legislativa, e contiene i documenti e le disposizioni anteriori al 1861, le quali non furono comprese nel volume precedente, oltre ai decreti e alle circolari emanate posteriormente. Contiene pure alcuni cenni sull'istituzione del Consiglio delle miniere, ed il riassunto delle massime principali dal medesimo adottate sulle questioni minerarie che furono deferite al suo esame. Compiono questa parte alcuni pareri del Consiglio di Stato ed uno del Cordova in risposta ad un quesito diretto dal ministero intorno alla legislazione mineraria dell'ex-ducatato di Modena, oltre ad una sentenza della Corte d'appello di Bologna che riconosce la demanialità delle miniere nelle Romagne.

Seguono brevi notizie sul Comitato e sull'ufficio geologico, il quale fa ora parte del corpo delle miniere, ed altre circa il personale del Consiglio e del corpo delle miniere dalla loro fondazione fino a questi ultimi tempi.