

L'INGEGNERIA CIVILE

B

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

COSTRUZIONI IDRAULICHE

IL NUOVO SERBATOIO DEL CROTON PER ALIMENTARE L'ACQUEDOTTO OMONIMO DI NUOVA-YORK.

(Veggasi la Tav. III)

Fin dal 1890 nel volume VI dell'*Enciclopedia delle arti e industrie* (1) abbiamo indicato il tipo e le principali dimensioni della traversa di Quaker Bridge progettata nella valle del Croton (in America) pel nuovo acquedotto che deve alimentare di acqua potabile la città di Nuova-York. L'acquedotto è oggi ultimato, e la traversa, che allora si trovava allo stato di progetto, sta per essere iniziata.

L'America è una nazione che ribocca di energia, di forza e di audacia; i concetti e le opere di quelle popolazioni sono così grandiosi e colossali, che si può ben dire essere proporzionati al continente; tutto vi è gigantesco, le concezioni e le esecuzioni; difficilmente noi, stando in Europa, ce ne formiamo un'idea; e infatti qual'è la città che nel vecchio mondo possa in un'epoca qualunque vantare progressi così rapidi come le varie città americane? Siamo alla vigilia della grande esposizione di Chicago, che supererà tutte le precedenti, e 70 anni fa Chicago non esisteva. Nuova York che nel 1820 contava appena 123000 abitanti, oggi ne ha 1700000 ed è la terza città del mondo; e in essa appunto, quasi senza accorgersene, si è compita in pochi anni l'opera veramente colossale del nuovo acquedotto del Croton, inaugurato il 15 luglio 1890 e che ora col serbatoio omonimo troverà il suo compimento.

Con un incremento di popolazione così rapido, doveva crescere la necessità di tutto ciò che più specialmente è necessario all'uomo, quindi delle vettovalie, dell'acqua, delle case, e dei mezzi di comunicazione. A tutto si è provveduto, e volendone descrivere il modo, vi sarebbe materia per scrivere volumi veramente interessanti. Noi ci limiteremo a dire brevemente del serbatoio destinato a completare la provvista dell'acqua.

Nuova York per vero non mancò mai di questo elemento così importante per la vita e l'igiene della sua popolazione; quando era città di soli 123000 abitanti bastavano i pozzi e le cisterne, dove si raccoglievano le acque dei suoi tetti. Aumentata la popolazione a 300000 anime, si creò un lago artificiale nella vallata del Croton e si costruì un acquedotto (1837-1842) che prendendo le acque nel bacino del menzionato fiume, con un percorso di circa 48 chilometri lungo il fiume Hudson e attraverso la vallata dell'Harlem, le conduceva in città. L'acqua che questo manufatto apporta è di circa 360 mila metri cubi per ogni 24 ore; il che corrisponde ad una media di 1200 litri per abitante al

giorno, quantità straordinaria e di gran lunga superiore ai bisogni di allora. Ma non tardò molto che anche questa straordinaria quantità diventò insufficiente; in meno di 40 anni la città, in un'epoca (1880) di lunga siccità passò assai brutti momenti, essendochè la provvigione di acqua si era talmente ridotta, che non avrebbe bastato per più di 15 giorni. Fortunatamente Nuova York non fu messa a questa dura prova; piogge providenziali riempirono il bacino del Croton e l'acqua non mancò; ma gli abitanti suoi approfittarono della lezione, e quattro anni dopo, nel 1884 inauguravasi l'acquedotto di Bronx-river, col quale si sopperiva ai bisogni della parte elevata della città. Così Nuova York veniva ad avere un'alimentazione di 435850 metri cubi circa d'acqua al giorno.

La popolazione andava sempre crescendo ed arrivata quasi a 1700000 anime, la quantità d'acqua suddetta, non era più sufficiente. Il bacino del Croton poteva fornirne un volume molto maggiore, ma si trattava appunto di condottarla, mentre gli acquedotti facevano difetto. Si pensò quindi seriamente a tale bisogna fino dal 1883 e si progettaron cinque nuovi serbatoi di una capacità complessiva di metri cubi 230 885 000; ed un acquedotto atto a trasportare giornalmente l'enorme quantità di 946 250 metri cubi.

Dei bacini proposti tre sono ultimati o quasi; l'uno sul fiume di Titicus della capacità di 22 710 000 m. c., l'altro sul corso d'acqua di Muscott di 26 495 000 m. c. e il terzo doppio di Sodom e di Bogbrook con una capacità complessiva di 34 065 000 m. c. Un quarto è approvato per la costruzione e si troverà nella parte ovest del fiume Croton, la sua capacità sarà uguale a quella del precedente; il quinto è il serbatoio di Quaker Bridge, così detto, perchè era stato progettato in vicinanza al ponte Quaker; ma ora l'ubicazione sua è stata spostata di 2500 metri circa più a monte del ponte, ossia a 5 chilometri a monte del punto di confluenza del Croton coll'Hudson; i lavori dovranno incominciarsi adesso.

L'acquedotto invece fu subito costruito e, come già dicemmo, venne inaugurato il 15 luglio 1890; ha origine dal vecchio serbatoio di Croton ed il suo andamento è in direzione sud-ovest, quasi parallelo al fiume Hudson; dopo un percorso di 64290 metri, va a finire nel serbatoio di Central Park. Il fiume Harlem viene attraversato con un sifone rovescio, e tranne in tre punti, nel rimanente corre sempre in galleria. La sua sezione è a ferro di cavallo col massimo diametro di m. 4,08 ed una portata di litri 14016,2 al minuto secondo. Una parte di quest'acqua viene deviata e utilizzata in favore di un distretto speciale della città, per cui l'acquedotto arriva in Nuova York con un diametro ridotto a soli m. 3,69 ed una portata di 10951 litri.

La costruzione in galleria si eseguì mediante 38 pozzi aventi una profondità variabile fra 8,40 e m. 129, ossia in media di 51 metri, il che permise di progredire con una certa velocità, fino a raggiungere m. 12,60 di galleria completa per settimana. Vi lavorarono più di 12000 operai con centinaia di muli e cavalli giorno e notte per cinque anni, e numerose macchine a vapore; l'illuminazione fa-

(1) Pubblicata sotto la direzione del marchese R. PARETO e dell'ing. SACHERI, vol. VI, parte II, pag. 77. — Unione Tip. Editrice Torinese.

cevasi a luce elettrica. Si scavarono oltre 2156000 m. c. di sterro, e si impiegarono m. c. 346500 fra mattoni, pietre, cemento e simili. Il costo totale dell'opera fu di 110 milioni, escluse le espropriazioni che ascesero a 8000000 di lire, cosicchè l'acqua giornaliera venne a costare L. 97,44 il metro cubo.

Il serbatoio del Croton sarà il più grandioso del mondo: la sua capacità, prevista in 114 milioni circa di metri cubi, è inferiore solamente a quella dei due laghi di Winnibogoshish (1298 milioni) e di Leech (850 milioni) i quali hanno una traversa di terra ed una conserva naturale, ma è di molto superiore a tutti gli altri laghi artificiali; per l'altezza della traversa poi e la grandiosità delle altre opere annesse il serbatoio del Croton non avrà rivali.

Il bacino del Croton studiato per la raccolta delle acque destinate a Nuova York ha una superficie di 932 chilometri quadrati; la quantità di pioggia che vi cade annualmente fu dal 1870 al 1876 di m. 0.978 e nel 1880 di m. 1,41, ma la media annuale è stata ritenuta di m. 1.168, cosicchè la quantità d'acqua annuale risulta di 1088000000 metri cubi ed è più che sufficiente per serbatoi esistenti e per quello da costruirsi. La superficie del terreno che verrà occupata dal nuovo lago è di tredici a quattordici chilometri quadrati.

Il progetto di un'opera così grandiosa meritava di essere studiato con tutta l'accuratezza possibile, e infatti si esaminarono tutti i serbatoi preesistenti e si fece tesoro della esperienza acquistata nella costruzione dei medesimi. Le parti principali di cui si compone il nuovo manufatto sono una traversa muraria, una diga in terra e uno sfioratore. La traversa muraria si trova nella parte centrale; ed è quella che costituisce il vero sbarramento della vallata; sulla sinistra dove il terreno comincia ad alzarsi si è ideata una diga in terra, che serve di collegamento della traversa colla sponda sinistra. Sulla destra e nell'immediata continuazione del muro si costruirà lo sfioratore (Tav. III, fig. 1 e 2).

La traversa avrà la sezione indicata nella fig. 3 con un'altezza di metri 72,50 dal cornicione fino alle fondazioni; per metri 22,80 si troverà interrata nell'alveo attuale del fiume, e siccome il letto viene alquanto rialzato, l'interramento definitivo risulterà di m. 26,80. La sua larghezza alla base è di m. 56,40; in corona di m. 5,84 e porterà una strada carrozzabile di m. 5,48 di larghezza, la quale verrà a trovarsi a m. 45,70 sul livello dell'alveo. La lunghezza totale della traversa è di m. 185. Il primo progetto fu fatto da Isaac Newton, ingegnere capo del Dipartimento dei lavori pubblici; la Commissione dell'acquedotto però, preoccupata dell'importanza dell'opera, incaricò i proprii ingegneri Church, Fteley e Davis di studiare a nuovo il progetto. La forma della sezione del muro fu studiata dal sig. Wegmann, ingegnere di divisione dell'acquedotto del Croton e dal paragone ch'egli ha fatto (1) coi tipi più razionali scelti a modello, trovò che quelli di Rankine, di Crugnola e di Delocre si avvicinano il più al tipo scelto; anzi nella forma grafica il nostro tipo e quello di Rankine si sovrappongono quasi esattamente.

L'altezza del ciglio del muro sul più alto livello del bacino è prevista in m. 4,30; l'esecuzione si farà in muratura di pietrame ordinario con malta di cemento idraulico. La forma icnografica della traversa è rettilinea, e l'ing. capo Church nella sua elaborata relazione (2) dimostra con molta chiarezza che nel caso del Croton, per la larghezza

considerevole della vallata da sbarrarsi, la forma curva non avrebbe offerto la stessa stabilità di quella rettilinea, mentre avrebbe richiesto un considerevole aumento di spesa.

La diga di terra (fig. 4) ha una lunghezza di m. 150 circa. Il nucleo centrale, che ordinariamente si eseguisce di argilla, verrà fatto in muratura di pietrame ordinario con cemento, ed avrà un'altezza di 68,60 metri sulla fondazione, ed una larghezza di m. 5,50 al piede e di 1,80 al ciglio; una vera torre. Per evitare le filtrazioni, viene interrato di oltre la metà a guisa di diaframma, come si scorge dalla fig. 4. L'altezza della diga sulla base di fondazione del nucleo, viene così ad essere di m. 74,65 e sul terreno circostante di m. 39 circa. Sorpasserà di m. 3,05 il ciglio della traversa muraria, per cui si troverà a m. 7,35 sul livello del lago. La costruzione dell'argine verrà eseguita per cordoli di m. 0,15 di altezza, adacquati e mazzarangati. Le scarpate avranno l'inclinazione di 1:2 tanto dalla parte interna che dall'esterna; da quest'ultima verranno interrotte da tre banchine di m. 1,52 ciascuna, munite di fossetto seccato per raccogliervi l'acqua di pioggia. La larghezza della diga al colmo sarà di m. 9,10 e porterà una strada carrozzabile di m. 6,10 di larghezza.

Lo sfioratore (fig. 5) meriterebbe di essere descritto in tutti i suoi particolari, perchè ha una forma affatto speciale, che fu consigliata dalle circostanze locali; e si presta benissimo non solo al suo scopo, ma ad evitare qualsiasi pericolo anche nel caso di una piena imprevedibile. Infatti la sua lunghezza risulta di circa 310 metri, ed è naturale che con una lunghezza così grande, qualunque piena può smaltirsi senza che vi sia da temere per la sicurezza delle traverse. Ciò fu possibile, perchè l'acquapendente destro si eleva in modo così ripido da permettere di collegare la traversa muraria alla sponda del fiume con un muro relativamente non troppo alto.

Esso staccasi dalla diga (fig. 1) con una leggera curva e poi in direzione quasi perpendicolare all'asse della traversa risale il corso del fiume fino a raggiungerne la sponda. Ora, in tal modo il livello massimo stabilito per il lago artificiale non verrà mai superato, poichè l'acqua, invece di elevarsi nel medesimo e di precipitare dallo sfioratore con una lama di grande altezza, non supererà mai il livello determinato dal ciglio dello sfioratore all'estremità più lontana. Il terreno sommerso sarà quindi mantenuto nei limiti previsti; ciò era importantissimo per la località scelta, dove interessi grandissimi si troverebbero compromessi.

La forma ingegnosa dello sfioratore fu trovata dall'ingegnere Roberts. Siccome l'acquapendente è costituito da roccia, la fondazione del muro sfioratore non sarà costosa, e si costruirà fra esso e la montagna un canale colla sezione indicata dalla fig. 5, con una larghezza al fondo di m. 22,90 a 24,30. La disposizione a gradoni scelta per la parte esterna del muro sfioratore, romperà la velocità dell'acqua nella caduta.

La strada che passa sulla diga in terra e sulla traversa muraria, scavalcherà il canale dello sfioratore mediante un ponte di m. 30 circa di luce (fig. 1).

La presa d'acqua si farà con un'apertura praticata nella diga di terra e permetterà di estrarla da tre altezze diverse, delle quali la più bassa si troverà congiunta coll'alveo del fiume. Lo scaricatore di fondo verrà situato fra la traversa muraria e lo sfioratore sulla sponda destra.

È noto come uno degli inconvenienti più nocivi all'igiene che offrono i laghi artificiali, consiste nella variabilità del livello, con che una certa estensione di terreno viene a trovarsi ad intervalli sommersa ed all'asciutto, dando luogo a pantani ed a putrefazioni di materie organiche micidiali alla salute.

(1) *The design and construction of masonry dams*, by EDWARD WEGMANN. — New York, 1888, pag. 38, e tavola nel frontispizio.

(2) *Report of B. S. Church Chief Engineer to the Aqueduct Commissioners*. — New York, 1887, pag. 10 e segg.

Pel serbatoio del Croton si è ovviato a tale inconveniente costruendo una seconda traversa nell'interno del lago stesso, creando così un lago minore e in posizione tale che qualunque siano le variazioni del livello nel serbatoio, tutta la parte più a monte del terreno, dove gli acquapendenti non sono ripidi, si mantenga sempre sommersa; limitando così le variazioni alla parte centrale del lago artificiale, dove le ripe sono ripide e dove non vi sono abitati vicini, a cui possano nuocere le cattive esalazioni.

Finalmente si è provveduto anche a che la costruzione si effettui senza inconvenienti, e ciò non era certo la parte meno importante; quando si consideri che il Croton ha una portata massima di 66,11 mc. al minuto secondo, e che l'esecuzione delle opere descritte richiederà sette anni, viene naturalmente l'idea di mettersi al sicuro da ogni eventuale piena per non avere danni, nè interruzioni; ciò non è possibile con un'apertura lasciata nella traversa, come si usa di fare ordinariamente. Si è quindi pensato di isolare il cantiere nel modo indicato in pianta dalla fig. 1, dove apparisce il deviamiento del fiume mantenuto nel suo nuovo letto da due argini presentanti la sezione della fig. 6 e protetti al piede da opportuna scogliera sussidiata da paratie.

Il costo totale dell'opera è preventivato in L. 26 milioni, di cui 19125000 lire pel serbatoio propriamente detto; L. 5375000 per deviamiento di strade ferrate e carrettiere, costruzioni e varianti a ponti ed altri manufatti; e L. 1500000 per la traversa interna di Muscott. L'acqua raccolta nel serbatoio viene così a costare L. 0,22 per mc., somma inferiore a quella di tutti i serbatoi francesi, ad eccezione di quelli di Settons (0,055) e di Bouzey (0,2144).

Teramo, marzo 1893.

G. CRUGNOLA.

APPLICAZIONI DELL'ELETTRICITÀ

L'ELETTROLISI DELL'ACQUA.

Nel numero di dicembre 1892, della *Rivista di Artiglieria e Genio*, è pubblicata una Memoria con questo titolo, del signor Claudio Cherubini, Tenente-Colonnello di Artiglieria e Direttore della R. Fabbrica d'Armi di Terni.

In essa si conclude che l'elettrolisi dell'acqua venne ottenuta in modo sicuro, economico e pratico, e che l'impiego del gas ossidrico, in sostituzione degli usuali combustibili, col sistema Garuti, diede risultati tecnici ed economici di una importanza eccezionale, ed a conferma di tali risultati il Cherubini propone un impianto generale, a Terni, che darebbe nella spesa del combustibile un'economia di oltre tre quarti del costo degli altri combustibili, finora colà adoperati, come coke, litantrace, gas luce, ecc.

Questa Memoria è stata così commentata e ampliata dalla fantasia di alcuni corrispondenti di giornali politici, da richiamare la nostra attenzione sul lavoro del Cherubini.

Si trattava nientemeno che di una rivoluzione industriale, mentre la Memoria pubblicata nella *Rivista*, sebbene troppo ottimista, come vedremo, non andava fin là. Perciò nell'esame di tale questione cercheremo di tener distinte le conseguenze puramente scientifiche da quelle industriali, e queste dalle apprezzazioni personali relative alla fabbrica di Terni, delle quali non vorremmo, per deferenza verso l'autore, nemmeno occuparci, se detto Stabilimento fosse un semplice officio industriale, invece di essere, come è, la prima nostra Officina nazionale.

Premesso anche che la divergenza delle idee va sempre unita al rispetto delle opinioni altrui e delle persone, pas-

siamo all'esame sommario di detta Memoria, per evitare al maggior numero dei lettori la ricerca dell'originale, al quale avranno certamente ricorso gli specialisti.

Il Cherubini esordisce ricordando che l'elettrolisi dell'acqua fu una delle prime applicazioni dell'elettricità, e che il Nollet costruì appunto la macchina magneto-elettrica, ancora conosciuta col nome di *Alliance*, collo scopo di produrre industrialmente il gaz idrogeno, mentre, non avendo poi trovata conveniente tale applicazione, utilizzò la macchina come generatrice di elettricità per averne la luce (1).

Ma oggidì, prosegue l'autore, le cambiate condizioni del fenomeno renderebbero possibile l'elettrolisi. I progressi fatti dall'elettricità, l'invenzione di macchine dinamo-elettriche più economiche e gli apparecchi elettrolitici del prof. Pompeo Garuti, permettono di raggiungere lo scopo.

Non v'è dubbio che questi apparecchi, come produttori di gaz, hanno fatto buona prova, e noi ce ne congratuliamo. Di tali prove si è avuto notizia anche dal prof. Ferrini nel *Manuale*, 1892, dell'Hoeppli, nel quale si trovano citati due altri apparecchi produttori l'H con tensioni di 2,5 V e 3 V per coppia di elettrodi.

Ma la novità non poteva consistere nè nel processo di produzione, nè in quello di utilizzazione; e ciò sia detto senza voler diminuire il merito del signor Garuti, nell'aver composto un apparecchio robusto e pratico.

Questo consta principalmente di una cassa di legno foderata di piombo, contenente sotto una specie di campana, gli elettrodi disposti in forma di lamine parallele alla distanza di 20 mm., separate da lamine di piombo saldate alle pareti della campana, in modo da formare tante celle, ove si raccolgono i gaz prodotti, che, mediante fori, si riuniscono in due duomi, di cui uno sovrastante ai forellini comunicanti colle celle positive, entro le quali si sviluppa l'O; l'altro, a quelle ove si sviluppa l'H.

Tale disposizione forma la caratteristica dell'apparecchio, che può essere assimilato a un accumulatore, e come tale funzionerebbe se, invertendo il senso della corrente, si provocasse la formazione dell'ossido di piombo.

Invece, per evitare gl'inconvenienti della formazione dell'ossido di piombo sulle lamine positive, si è dato a quest'ultime uno spessore di 3 mm. e di 1 solo a quelle negative, mantenute a distanza da tasselli di legno.

Dai disegni (senza scala indicata, ma che deve essere di 0,15 p. m.) sembra risultare una superficie per ogni lamina di 0,24 mq. ($1,2 \times 0,20$), le lamine sono in numero di 17 per apparecchio, lasciando 16 intervalli attivi, ridotti, dalla depressione del liquido dovuta alla presenza e pressione dei gas prodotti, a mq. bagnati 2,70 per apparecchio.

Ciò abbiamo dedotto dall'indicazione che ad ogni ampère di corrente occorrono 0,45 mq. e dagli apparecchi in numero di 40 che utilizzano 240 ampère, in ragione di 6 ampère per apparecchio. Il peso non è indicato, ma il volume, come si vede, non è disprezzabile.

Si sa da ognuno che la quantità di H messa in libertà è proporzionale agli ampère assorbiti; ogni ampère liberando 0,0378 gr., ossia a 0° e a 760 mm. di pressione 0,424 litri in un'ora.

Nella Memoria è indicato che alla pressione atmosferica e alla temperatura ordinaria la produzione è di 0,50 litri di H. Anche ammessa una temperatura di 15 gradi, il volume indicato come dato empirico è troppo forte del 10 0/10.

(1) Quella macchina continuò ad essere adoperata nell'illuminazione del faro della Hève presso l'Hàvre, ma od è già sostituita o sta per esserla con altre più economiche.

Ma la nostra fiducia nei dati della scienza è così assoluta, che facendoci rigettare ogni altra spiegazione, ci fa dire: o le dinamo sviluppavano più di 240 ampère, o le misure non erano rigorose; oppure il gaz era misurato ad una temperatura superiore a 45 gradi (1). In ogni caso si commette errore se si attribuisce al mc. di gaz un potere calorifico che non sia quello che compete al peso assoluto di H contenuto nel mc. La produzione vera sarà dunque sempre di 240×0.0378 grammi, ossia 101,1 litri, e per avere il minimo consumo di energia basta che la corrente abbia una forza elettromotrice sufficiente a decomporre l'acqua e ad impedire la ricombinazione dei due elementi.

Quale è questa minima forza elettromotrice?

La Memoria in questione ha, ai nostri occhi, il difetto di non essersene menomamente occupata, dando come produzione oraria il prodotto degli ampère pel volume liberato da un apparecchio e moltiplicando il risultato pel numero degli apparecchi.

Ciò non è un calcolo, nè può esserlo che alla condizione che il numero degli apparecchi disposti in *serie* sia tale da non fare assorbire ad ognuno di essi che il minimo voltaggio necessario.

Per i 40 apparecchi i 130 volt disponibili davano 3,25 volt per ognuno. Ora l'acqua essendo decomposta da una coppia di pile Bunsen, si contano come sufficienti 2,5 volt; l'eccesso di voltaggio disponibile andava in riscaldamento del bagno, quindi in pura perdita.

In altri termini, colla stessa energia disponibile si sarebbero potuti animare più di 40 apparecchi, forse una cinquantina. La produzione avrebbe allora potuto elevarsi a 50×101 litri, ossia superare i 5 mc. I 40 apparecchi potevano dare invece poco più di 4 mc. a 0° ed a 760 mm. Vi è errore nel numero degli ampère (che è di 225 nella Memoria, pag. 365) e così pure nei watt assorbiti, che, anche con gli ampère ridotti a 225, supererebbero i 4000 (invece dei 3700 indicati), se si ammette esatto il cubo di gaz prodotto; e supererebbero e 5000 qualora si riferissero alla produzione teorica di 6 mc. di gaz ossidrico.

Con 50 apparecchi il consumo di energia elettrica si sarebbe potuto abbassare a 4000 watt in cifra tonda; prenderemo tale cifra come base.

La produzione di 1 mc. di gaz ossidrico (1 di H. 8 di O in peso) domanda dunque approssimativamente 4000 watt o circa 5,4 cavalli di 75 chg. m.-ora, e ciò ai poli della dinamo. Se si tien conto delle perdite della dinamo e della produzione della forza, anche con rendimenti di 0,80, si arriva in cifra tonda a 6,75 cavalli. Infatti la Memoria ci dice che i 50 cavalli della turbina davano 6,75 mc. soltanto all'ora, ciò che darebbe un consumo di forza superiore; ma abbiamo già detto che tale cifra, se atletta da errore di misura in più, lo è in meno da una difettosa installazione.

Ammissa la cifra di 6,75 cavalli, quale è il costo del gaz ossidrico?

Evidentemente il costo dipenderà da quello della forza motrice, aumentata delle spese di produzione e di ammortamento degli apparecchi elettrici ed elettrolitici. Queste due spese vanno diminuendo per mc. prodotto coll'importanza della produzione, senza mai però annullarsi. Il limite sarà raggiunto quando tutta la forza disponibile sarà utilizzata.

Per grandi produzioni il costo della forza sarà predominante; ora erroneamente si suol dire che le forze idrauliche non costano; anche tralasciando la tassa di lire 3 che le colpisce in Italia, il loro costo è almeno quello che compete

(1) A questa temperatura, grazie alla dilatazione, il volume sarebbe quello indicato.

all'interesse e ammortamento del capitale impiegato per ottenerne l'utilizzazione.

Evidentemente questo varia senza esser mai nullo (anche a Terni, pur sì bene dotata), e la misura più esatta, industrialmente parlando, di detto costo è il valore locativo che se ne potrebbe ricavare.

Ammessi un valore, spese d'esercizio comprese, di L. 60 annue per cavallo, il costo del cavallo-ora, supposto utilizzato per 20 ore al giorno e per 300 giorni, è di 1 centesimo; quindi il costo per la forza motrice pura e semplice sarà al minimo di 6,75 centesimi al mc. ed esso sarebbe raddoppiato, se il lavoro fosse limitato, per evitare il maggior costo della mano d'opera, a sole 10 ore al giorno.

Il prezzo di lire 60 annue per cavallo è il minimo che sia applicabile, stando ai prezzi usati in Lombardia e per grandi forze, le piccole essendo noleggiate più facilmente, e quindi più care.

La Memoria dice che la forza disponibile non era costante e che il consumo, limitato a 45 mc. al giorno, portò il costo unitario a lire 0,214.

Disgraziatamente la Memoria non dà i sotto-dettagli dei componenti tal prezzo, solo dice che per una produzione di 1300 mc., il prezzo si abbasserebbe, tutto compreso, a L. 0,045, e a sole L. 0,042 se non si tien conto della forza motrice, perchè esuberante ai bisogni ordinari, secondo la Memoria.

Questo secondo prezzo è evidentemente il minimo delle spese al di fuori della forza motrice, e perciò il prezzo minimo è industrialmente superiore a L. 0,11 per mc.

$$0,0675 + 0,042.$$

Infatti la Memoria valuta a L. 0,277 il prezzo del mc. se prodotto con macchina a vapore e va fino a L. 0,33 se l'impianto si dovesse fare a nuovo, senza trarre profitto di veruna cosa già esistente.

Le valutazioni sono apparentemente accettabili salvo quella relativa alla forza motrice.

Questa viene valutata 3 millesimi al mc. Ora occorrendo 6,75 cavalli-ora per mc. di gaz, 22,5 cavalli-ora sarebbero appunto remunerati da 1 centesimo, mentre la nostra valutazione ci ha dato appunto 1 centesimo per cavallo-ora. Tale valutazione, 22 volte e mezzo più bassa di ciò che è industrialmente accettabile, potrà esser vera a Terni ma non deve esser certo generalizzata. Il costo adunque di un mc. di gaz ossidrico sarà di L. 0,10 e alla sola condizione di aver già la forza motrice e di non essere obbligati a computarla, il prezzo potrà abbassarsi a circa la metà.

Vediamo ora quale sia il valore di utilizzazione di un mc.

Nei combustibili il valore relativo è dato dalle calorie sviluppate da un chg. Come ognuno sa, l'H ha il primato su tutti gli altri, sviluppando circa 34.500 calorie per chg., ma dato il poco peso specifico, pesando solo 89 gr., un mc. sviluppa 3370 calorie. E ciò tanto che bruci coll'O cui era unito quanto coll'O atmosferico. La differenza starà solo in questo che le calorie prodotte si ripartiscono su una massa gassosa maggiore e la temperatura di combustione sarà più bassa.

La Memoria indica che si raggiungono 7896 gradi. Ma tale elevata temperatura non solo non è utile ma non è nemmeno raggiungibile. Anzitutto se si tien conto delle calorie assorbite dalla vaporizzazione dell'acqua prodotta, le calorie utilizzabili si ridurrebbero a 29500, e la temperatura si abbasserebbe a 6900°. La combustione avendo luogo in un vaso chiuso ove i prodotti della combustione assumono una certa tensione, questa limita la

temperatura a quella corrispondente alla dissociazione e perciò nemmeno la temperatura teorica può essere raggiunta. Il carbone o anche l'ossido di carbonio bruciati coll'O strettamente necessario produrrebbero la stessa temperatura, come equivalgono all'H combusto con l'aria sia che questa si adopri nel volume strettamente necessario, sia eccedente, eccedenza impossibile ad evitare in pratica.

Se si utilizzano i combustibili senza raffreddare i prodotti al di sotto di 100° le calorie utilizzabili sono sole 2525 per mc. di H. Ora la composizione in volume del gaz ossidrico essendo di 2 di H per 1 di O il potere calorifico si riduce a sole 1683 calorie.

Tale cifra è quella che va messa in confronto dei poteri calorifici degli altri combustibili, ogni altro modo di comparazione non avrebbe ragione di essere.

Il costo del mc. e le calorie ottenute danno la misura del valore industriale del prodotto.

Se è vero che l'ottenere colla stessa operazione il combustibile e l'O destinato a bruciarlo nella esatta proporzione sia un vantaggio, è anche vero che questo vantaggio costa: tantochè, se la utilizzazione dell'O ad altri usi potesse pagare una parte delle spese, tornerebbe conto per la combustione adoprare l'O atmosferico; tale pare essere stata la prima idea del Garuti.

Per dare un'idea del valore delle 1683 calorie per mc., citeremo le cifre seguenti dedotte dal libro del Witz sul gaz Tonnant.

Egli ammette la media di 5520 calorie per mc. di gaz luce; deducendo il calore latente del vapor d'acqua prodotto troviamo 4916. Gli stessi cosiddetti gaz poveri dei gazogeni ove si utilizzano carboni magri o ligniti danno più di 1500 calorie. L'ossido di carbonio dà 2400 calorie, per cui lo stesso gaz Dowson (mescolanza di CO di H e di O) sebbene diluito dall'Az. dell'aria che ha servito a farlo avrà, a volume eguale a quello dell'H, un potere calorifico superiore.

Evidentemente le conclusioni sarebbero differenti, e a vantaggio dell'H se il confronto si facesse non più a volume eguale ma a peso eguale; ma il prezzo di costo si eleverebbe in proporzione.

Se noi prendessimo i prezzi unitari dei differenti combustibili usati a Terni, quali sono indicati nella Memoria, e se cercassimo il costo di 1000 calorie si potrebbe formare un quadro di equivalenze, che non avrebbero per altro nessun interesse generale, il prezzo di costo e la convenienza di impiegare un dato combustibile dovendo essere studiato volta per volta.

Mancherebbe del resto alla comparazione l'elemento principale di un'industria metallurgica, i combustibili gazosi, la Memoria non considerando che il gas luce (1).

Per queste ragioni e perchè crediamo che l'opinione su tale questione debba esser formata nei lettori, non riportiamo il quadro di equivalenza dato dalla Memoria perchè dovremmo opporvi conclusioni ben differenti.

La Memoria dice che le esperienze furono istituite per ricavare, più che dati teoretici, *dati pratici*, per potere con piena conoscenza di causa, giudicare della *convenienza o meno di sostituire il gaz ossidrico agli ordinari combustibili*. Ora le esperienze relative si riferiscono a piccole fucinazioni, tempere, saldature e piccole operazioni infine, per le quali la piccola industria trova già da tempo conveniente, anche economicamente, il gas luce.

L'impiego dei combustibili gazosi ha preso una grande

estensione con i recuperatori di calore. La metallurgia del ferro se ne serve convenientemente anche in Italia (1).

I gaz utilizzati sono quelli provenienti dagli alti forni o quelli prodotti da gazogeni, e in questi ultimi tempi si torna a parlare della combinazione dei gazogeni a combustione incompleta e a insoffiamento di vapor acqueo, già utilizzati per produrre gaz esplosivo per i motori.

Risalendo poi fino al fornello classico di S. Clair-Deville per la fusione del platino e alla luce Drummond si trovano tanti e sì svariati casi di applicazioni note da creder inutile dilungarsi su ciò, concludendo che se l'uso dei combustibili gazosi ha dato dei risultati soddisfacenti per rispetto ai combustibili solidi, *tali risultati dovevano esser noti* e non sono da imputarsi al gas ossidrico; peggio per Terni se là si è ancora a esaminare la convenienza o meno di impiegare il carbone di faggio per le fusioni. Per riguardo poi alle fusioni sentiamo il dovere di fare osservare che la fusione di 27 chg. di ghisa non può essere assunta menomamente per norma; e che il confronto fu fatto solo col coke e in condizioni che bisogna chiamar disastrose, poichè ne occorre (probabilmente per l'accensione ed il riscaldamento del crogiolo) 4 volte il peso della ghisa da fondere e quindi almeno 8 volte ciò che è necessario nelle fusioni industriali.

I 27 chg. di ghisa davano 27 chg. fusi, mentre ne davano soli 11,5 col coke per ragioni sconosciute, a meno di ammettere che il coke impiegato fosse particolarmente imbrattato di ceneri. Le esperienze furono tutt'altro che concludenti, ma non servirono nemmeno di base alla fissazione dell'interesse economico della sostituzione del gaz ossidrico, poichè mentre si accettavano per la equivalenza le cifre dedotte da esperienze minuscole, si prendeva per prezzo di costo, non quello effettivamente incontrato, ma bensì quello supposto di lire 0,045.

Con tale supposizione si arriva a un costo totale inferiore al quarto della spesa attualmente sostenuta a Terni per combustibili, mentre accanto a tale valutazione ottimista si trova che dovendo ricorrere alla forza motrice a vapore la spesa sarebbe 1,7. la spesa attuale.

Crediamo quest'ultima valutazione vera e stimiamo che le favorevoli condizioni di Terni *non* bastino a giustificare le rosee previsioni, che, dirette all'on. Ministro della guerra, potrebbero avere il grave inconveniente di fargli credere che tale applicazione dovesse essere favorevole all'Erario, mentre quanto sopra è detto basterà a far conoscere quanto dubbia dovrebbe essere la risposta.

Tralasciamo di esaminare e di confutare altri pregi attribuiti al sistema perchè comuni, come abbiamo detto, a tutti i combustibili gazosi, e in particolare a quelli dei gazogeni di un costo notevolmente inferiore all'ossidrico, ma anche perchè il dilungarsi a parlare di nuovi fornelli e di nuovi metodi esigerebbe la dimostrazione della novità di tali disposizioni, che supponiamo invece già conosciute ai lettori.

Le Riviste scientifiche estere sono state ricche di feconde invenzioni nell'ultimo ventennio, ma le Riviste che erano anche un poco industriali ed economiche nello stesso tempo sono state ancor più istruttive riferendo gli insuccessi industriali, specie quelli ove l'insuccesso è dovuto al non completo esame scientifico della questione; e a solo titolo di esempio citeremo l'esame critico delle famose esperienze del Marcel Deprez fatto dal Cabanellas.

Per ultimo rileveremo una grossa anomalia che potrebbe falsare i giudizi di chi leggesse la Memoria del

(1) Anche questo figura al prezzo di costo di 0,19 il m. c., mentre il vero prezzo di costo può essere invece più basso. A Brescia il Comune lo paga 0,12.

(1) Alle ferriere di Vobarno il gas è prodotto in gazogeni coll'impiego delle ligniti.

Colonnello Oberubini senza aver presente sempre la divisa oramai secolare: « niente si crea, niente si distrugge ».

Questa è a pag. 386 dove si dice: « l'impianto elettrolitico per la decomposizione dell'acqua serve contemporaneamente anche come mezzo per la illuminazione elettrica ». Evidentemente saremmo disposti ad attribuire tale affermazione ad un errore di stampa se un poco più lontano non si leggesse che tanto la illuminazione elettrica quanto la produzione del gas erano di eguale intensità a funzionamento simultaneo o no.

La Memoria dice che funzionavano contemporaneamente a soli 37 apparecchi elettrolitici, 40 lampade da 16 candele e 36 da 20, e che quindi le spese di esercizio potevano essere divise fra le due utilizzazioni (1).

Ognun vede come qui vi sia errore materiale. Se l'energia prodotta per la illuminazione serale può esser di giorno utilizzata per la produzione del gaz, la sola spesa di ammortamento va ripartita, poichè non si può ammettere che si produca in eccesso per l'uno o l'altro uso e che si utilizzi questa eccedenza che nessuno obbliga di produrre.

Le indicazioni della Memoria non permettono di rendersi conto esatto delle disposizioni elettriche, però, trattandosi evidentemente di un impianto per illuminazione, se ne può dedurre che le tre dinamo da 80 ampère e 130 volt dovevano alimentare 3 circuiti differenti, e che furono rilette in quantità per la elettrolisi. È da supporre che durante la sola elettrolisi si sia lasciato forse discendere negli apparecchi elettrolitici la forza elettromotrice, perchè esuberante; e ciò spiegherebbe l'aumento di produzione ammettendo un aumento di quantità dovuta a un aumento del campo magnetico in seguito a diminuzione delle resistenze di regolazione sulla derivazione che va agli induttori. È evidente che gli apparecchi di controllo devono aver segnalato tale cambiamento, ma finchè non vi erano lampade alimentate, non vi erano ragioni per ricondurre il voltaggio al limite normale.

Ma ammesso che questo sia stato sempre osservato durante la illuminazione, le lampade in discorso, a seconda che si ammettono 3 o 4 watt per candela esigevano da 30 a 40 ampère. Ma invece di 40 apparecchi ve ne erano soli 37, quindi si trovavano disponibili $3 \times 6 = 18$ ampère per questo solo fatto.

Ora dato il tipo Edison e la bassa tensione se ne deduce che il lavoro elettrico si compieva in tre derivazioni, una elettrolitica, l'altra di illuminazione e la terza di eccitazione negli induttori.

Le intensità di ognuna delle derivazioni essendo inversamente proporzionali alle resistenze, sostituendo a 3 apparecchi in serie le 76 lampade in derivazione, la corrente esterna offrendo meno resistenza di prima tendeva a diminuire la derivazione interna e quindi il campo magnetico e la intensità totale, mentre il voltaggio era sicuramente quello di regime, perchè altrimenti la illuminazione sarebbe stata scadente.

Perchè nonostante ciò si possa dire che la produzione restasse costante, bisogna supporre che sempre col togliere le resistenze del regolatore o coll'aggiungere resistenze passive si sia aumentata la corrente che percorre gli induttori aumentando l'intensità fino a sopperire ai 12 a 22 ampère che mancavano.

Tale supposizione ha tutte le probabilità, ciò accadendo

(1) Tale accoppiamento non era logico perchè il voltaggio di una illuminazione elettrica dovendo essere essenzialmente mantenuto costante, non è logico accoppiare all'impianto elettrico un impianto industriale, ove cambiando il numero degli apparecchi in funzione si altera il voltaggio.

ogni giorno nei piccoli impianti di luce elettrica quando il consumo oltrepassa il normale.

Riepilogando: nella elettrolizzazione sola, il voltaggio era forse più basso del normale, colla illuminazione a voltaggio normale la intensità oltrepassava quella indicata e perciò la quantità di forza richiesta al motore non era la stessa.

Se questa fosse stata la stessa la produzione di ogni apparecchio sarebbe scesa in proporzione degli ampère mancanti pel fatto della illuminazione.

Conclusione. — I litantraci magri hanno grazie agli idrocarburi un potere calorifico superiore alle 8000 calorie, e i buoni vanno al di là delle 9000. Ma tenendo conto delle calorie assorbite dal vapore acqueo prodotto, le calorie utilizzabili ad alta temperatura si riducono a 8000 circa. Nelle stesse condizioni quelle del gaz ossidrico essendo di sole 1683, ne segue che occorrono più di 4,5 mc. di questo gaz per avere l'equivalente calorifico in litantrace, mentre la Memoria dice che 1 mc. vale 3,64 di litantrace grasso del costo di lire 0,048 al chg. da Terni.

Se i nostri calcoli sono giusti, cioè se occorrono 4,5 mc. di gaz, bisognerebbe che il costo del gaz fosse di un solo centesimo al mc. per avere l'equivalenza. Ora noi abbiamo mostrato che il costo effettivo sarà prossimamente 10 volte superiore, ma che anche le migliori supposizioni lo facevano 4 volte e mezzo più elevato.

Non dimentichiamoci che il costo dei combustibili gassosi poveri (quale l'ossidrico) deve aggirarsi intorno a un centesimo; lo sanno tutti coloro che si sono occupati di tale questione essendo il gaz a un centesimo la divisa del Dowson, ecc.

Riassumendo, occorrono matematicamente 6,75 cavall-ora per un mc. di gaz; occorrono 4,5 mc. per avere l'equivalente di un chilog. di litantrace; si spenderanno quindi 30 cavall-ora per avere le calorie di un solo chilog. Nè tale rendimento è di quelli da dirsi disastrosi, tutt'altro.

Infatti le calorie disponibili in un chilog. di buon combustibile equivalgono in media a 10 cavall-ora, dunque il rendimento sarebbe quasi del 40 per 100.

Ogni trasformazione di energia costa perdite inevitabili e spese. Si deve cercare di utilizzare le energie che la natura ci ha fornito colle trasformazioni più semplici e meno onerose. Ora della forza fare l'elettricità è una prima trasformazione spesso inevitabile (pel trasporto a distanza). Ma da quest'energia elettrica noi possiamo ottenere della forza con buon rendimento e anche del calore come nelle saldature elettriche, nei fornelli del processo Héroult, ecc. Invece dalla elettricità voler ricavare calore indirettamente a mezzo della elettrolisi equivale a voler interporre una trasformazione non assolutamente necessaria, senza contare la complicazione inerente non escluso il volume, peso e costo degli apparecchi elettrolitici.

Lasciamo questi apparecchi alla produzione dell'H per altri usi e in particolare vediamo di utilizzare l'O come O servendoci di quello liberalmente datoci dall'atmosfera come comburente.

A Parigi si trova già una fabbrica industriale di O e di acqua ossigenata come vi si trova commercialmente e più usato il CO² liquido e solido, i gaz illuminanti compressi, ecc., insomma tante industrie per ora solo vitali là ove il consumo è grande e che poi vanno mano a mano estendendosi con i cresciuti bisogni. Da tal punto di vista gli apparecchi Garuti costituiscono già un progresso da dover soddisfare abbastanza il loro autore.

Brescia, febbraio 1893.

C. CANOVETTI
Ing. della Scuola Centrale
di Parigi.

MECCANICA APPLICATA

SULLA TRANQUILLITÀ D'ANDAMENTO
DEI MANOVELLISMI
NELLE MOTRICI E NELLE OPERATRICI A FLUIDO.

Studio di UGO ANCONA.

I. — Macchine motrici (I).

In un mio recente lavoro, pubblicato dall'*Elettricista* di Roma, mi sono occupato in generale dei veloci a vapore per dinamo, spiegando quali siano e come possano soddisfarsi le condizioni che li caratterizzano. Quelle condizioni le quali si riassumono nello *sviluppare un dato lavoro con spazio e spesa minimi, colla massima regolarità e tranquillità d'andamento e con grandi velocità*, anzichè essere esclusive per quei veloci, sono richieste, quand'anche in minor grado, in buon numero di motori a fluido adoperati nelle industrie moderne; è quindi interessante di studiare esattamente la condizione che è tra le più importanti, ossia: la tranquillità d'andamento dei manovellismi. La quale scompare col battere delle macchine, con questo altrettanto noto quanto dannoso inconveniente, che proviene dagli urti nelle coppie di rotazione dei manovellismi stessi. Qui mi propongo di esporre un modo per determinare tutti gli elementi relativi a questi urti.

A) COME E DOVE AVVENGONO GLI URTI.

Sovra una base che rappresenta la doppia corsa dello stantuffo (andata e ritorno), si costruiscano la curva delle pressioni risultanti del vapore (curva I) e quella delle pressioni d'accelerazione per le masse a moto alternato (curva II), ribaltata attorno alla base (vedi figura 36). La prima dipende dalla pressione del vapore e dal grado d'ammissione, la seconda dalla velocità e dalla grandezza delle masse. Il moto del sistema può provenire tanto dalla pressione del vapore sullo stantuffo, quanto dal lavoro accumulato nel volano, e sono precisamente i punti d'incontro delle curve I e II, che segnano i passaggi tra l'una e l'altra provenienza, ai quali corrispondono dei passaggi tra tensione e pressione o viceversa nel manovellismo, quindi degli urti nei suoi accoppiamenti rotoidali, ed ecco il perchè:

La differenza λ tra il diametro di un perno ed il foro del suo cuscinetto varia tra 0.1 e 0.35 mm., e il giuoco che ne risulta è riempito da un lubrificante poco resistente.

Quando la pressione tra i due elementi della coppia passa da una direzione all'opposta attraverso lo zero, si verifica anzitutto il loro distacco nel momento di pressione nulla; quindi prima che la nuova pressione possa esercitarsi bi-

sogna che avvenga tra i due elementi uno spostamento relativo di $\lambda \pm \lambda_1$, essendo λ_1 il cammino percorso dall'un d'essi nel tempuscolo che intercede dal distacco all'urto, e valendo il segno + od il segno - secondo che λ e λ_1 sono percorsi nello stesso senso od in senso opposto. La nuova pressione s'inizia quindi con urto, il quale da principio appena sensibile può divenire presto assai nocivo, perchè il suo effetto immediato è l'aumento di λ e quindi dell'intensità degli urti successivi.

L'intensità dell'urto dipende dalle masse e dalla differenza di velocità dei corpi urtanti, questa differenza dipende da λ e dalla posizione del manovellismo; siccome poi λ e le masse possono considerarsi come costanti date, così l'intensità dipende dalla posizione dei punti d'incontro delle curve I e II. Si può quindi studiare quali siano le più favorevoli posizioni di quei punti e come si possano ottenere mediante opportuna scelta della velocità.

Or bene: i casi principali sono questi:

1°) *Distacco nei punti morti*. — Sta nella natura delle motrici a doppio effetto, di avere almeno 2 urti per ogni rotazione, perchè il manovellismo deve almeno una volta passare da spingere a tirare e viceversa; le posizioni più favorevoli sono: distacco nei punti morti ed urto successivo, perchè allora le velocità nella direzione di λ dei corpi urtanti sono minime. In altri termini la curva II dovrebbe tagliare la I nei punti in cui questa tange le due verticali per gli estremi della base.

Fig. 36-39.

2°) *Urto ritardato durante l'ammissione*. — Avviene se la massima pressione d'accelerazione delle masse è minore della pressione iniziale del vapore (vedi figura 37); il distacco succede dopo il punto morto, quando

$$q = \frac{C}{F} \left(\cos \phi + \frac{r}{l} \cos 2\phi \right) (*)$$

è diminuito sino ad eguagliare la pressione d'ammissione. Il gioco λ è percorso nella direzione comune di moto, e lo spostamento dell'elemento ritardante nel tempuscolo dal distacco all'urto è: $\lambda + \lambda_1$; nel tempuscolo le masse a moto alternato rese libere accelerano il moto cosicchè quell'elemento raggiunge l'altro con velocità maggiore della normale e gli trasmette momentaneamente il lavoro $p F (\lambda + \lambda_1)$. La prima

(*) Nota relazione nella quale: q rappresenta la pressione unitaria d'accelerazione delle masse; C rappresenta la forza centrifuga relativa alla massa a moto alternato $\left(\frac{G}{g}\right)$ più due terzi della massa della

biella $\left(\frac{G_b}{g}\right)$ concentrate nel perno della manovella; F, l, r, ϕ , rappresentano rispettivamente l'area dello stantuffo, la lunghezza della biella, il raggio e l'angolo d'inclinazione della manovella.

Vedi: RADINGER, *Dampfmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit*. 3ª edizione, pagina 304 oppure: ANCONA, *Volani e regolatori a forza centrifuga nelle motrici a vapore*, pagina 11.

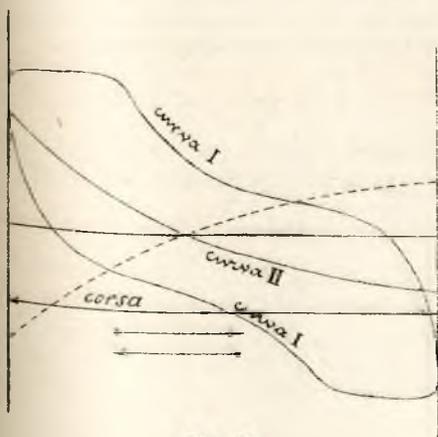


Fig. 36.

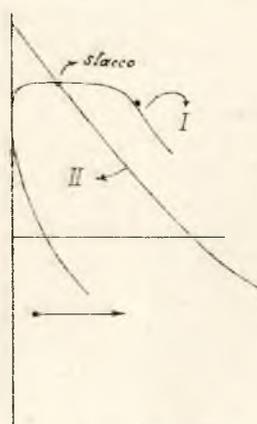


Fig. 37.

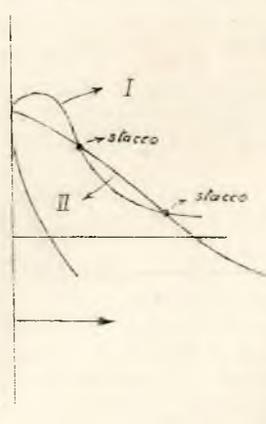


Fig. 38.

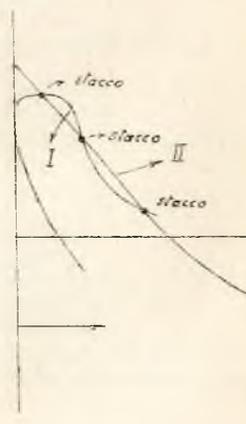


Fig. 39.

Cominciando a contare spazi, tempi ed angoli ϕ dal punto morto interno, sarà:

per il perno della testa a croce:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dw}{dt} &= \frac{V^2}{r} \left(\cos \phi + \frac{r}{l} \cos 2\phi \right) \\ w &= V \left(\sin \phi + \frac{r}{2l} \sin 2\phi \right) \\ s &= r \left(1 - \cos \phi + \frac{r}{2l} \sin^2 \phi \right) \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

Analogamente si otterrà:

per il perno della manovella:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dr}{dt} &= \frac{V^2}{r} \cos \phi \\ v &= r \sin \phi \\ s &= r (1 - \cos \phi) \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

Quando le masse a moto alternato si muovono in balia della pressione del vapore, contiamo tempo e spazio a partire dal punto di distacco, e supponiamo che durante il tempuscolo e sino all'urto la curva I si confonda colla sua tangente in quel punto (ciò che può farsi con esattezza più che sufficiente).

Allora, indicando con b una tangente che si rileva dal diagramma, otteniamo:

per il perno della testa a croce:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} \left(\frac{dw_x}{dt} \right)_0 &= b_0 \\ \frac{dw_x}{dt} &= b_0 t + a_0 \\ w_x &= \frac{b_0 t^2}{2} + a_0 t + w_0 \\ s_x &= \frac{b_0 t^3}{6} + \frac{a_0 t^2}{2} + w_0 t \end{aligned} \right\} \dots (3)$$

Nel caso importante di un urto ritardato durante l'ammissione, queste formule si scrivono:

per il perno della testa a croce:

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= 0 \\ \frac{dw_x}{dt} &= a_0 \\ w_x &= a_0 t + w_0 \\ s_x &= \frac{a_0 t^2}{2} + w_0 t \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

Infine otteniamo:

per il perno della manovella:

$$\left. \begin{aligned} s_x &= r \cos \phi_0 - \frac{A^2 + r^2 - l^2}{2A} \\ v_x &= w_x \frac{A^2 + l^2 - r^2}{2A^2} \\ \frac{dv_x}{dt} &= l \cos \alpha \left[\left(\frac{w_x}{A} \right)^2 + \frac{a}{A} \right] - \frac{w_x (w_x - v)}{A} \end{aligned} \right\} \dots (5)$$

Nelle formule (3), (4) e (5) a è un'accelerazione che ha per espressione generale:

$$a = \frac{p F g}{G}$$

e si ha inoltre:

$$A = l \cos \alpha + r \cos \phi.$$

Orbene: mediante queste formule si può studiare qualsiasi urto negli accoppiamenti rotoïdali. Studiamo, ad esempio, un urto ritardato durante il periodo di ammissione.

Il distacco avvenga nella posizione $\phi = \phi_0$ e l'urto nella posizione $\phi = \phi_1$ assunta dopo un tempuscolo t ed una corri-

spondente rotazione $\Delta \phi$, tale che $\phi_1 = \phi_0 + \Delta \phi$. Il valore od i valori di ϕ_0 risultano dalla:

$$a_0 = \frac{V^2}{r} \left(\cos \phi_0 + \frac{r}{l} \cos 2\phi_0 \right) \dots (6)$$

ed il tempuscolo t sarà dato dalla:

$$\lambda \cos \alpha_0 = \frac{a_0 t^2}{2} + w_0 t - r \left[1 - \cos (\phi_0 + \Delta \phi) + \frac{r}{2l} \sin^2 (\phi_0 + \Delta \phi) \right] + s_0.$$

Sviluppamo in serie $\sin (\Delta \phi)$ e $\cos (\Delta \phi)$, ricordiamo che $\Delta \phi = \omega t$, osserviamo che t è abbastanza piccolo per trascurare $\frac{\omega^3 t^3}{3!}$ ed i termini minori, ossia poniamo:

$$\sin (\omega t) = \omega t \quad \cos (\omega t) = 1 - \frac{\omega^2 t^2}{2}$$

e giungeremo dopo qualche trasformazione alla:

$$\frac{t^2}{2} \left[a_0 - r \omega^2 \left(\cos \phi_0 + \frac{r}{l} \cos 2\phi_0 \right) \right] = \lambda \cos \alpha_0 \quad (7)$$

che determina t .

Il lavoro L_1 perduto nell'urto, che dà la misura dell'intensità dell'urto stesso è dato da:

$$L_1 = \frac{(\Delta w)^2}{2g} \frac{G G_b}{G + G_b} \dots (8)$$

Sappiamo che a quest'urto nella testa a croce ne segue immediatamente uno nel perno della manovella, pel quale il distacco avviene nella posizione $\phi = \phi_1$ e l'urto nella $\phi = \phi_2$, assunta dopo un tempuscolo t ed una corrispondente rotazione $\Delta \phi$, tale che:

$$\phi_2 = \phi_1 + \Delta \phi.$$

Il tempuscolo t sarà dato dalla:

$$\lambda = \left(r \cos \phi_1 - \frac{A^2 + r^2 - l^2}{2A} \right) \frac{1}{\cos \alpha_1} - V t \sin (\alpha_1 + \phi_1) \dots (9)$$

dove:

$$A = A_1 - \frac{a_0 t^2}{2} - w_{1x} t$$

$$A^2 = A_1^2 - 2 A_1 w_{1x} t + t^2 (w_{1x}^2 - a_0 A_1)$$

trascurando i termini in t^3 .

Posto:

$A_1 + \lambda \cos \alpha_1 - r \cos \phi_1 = m$; $\sin (\alpha_1 + \phi_1) \cos \alpha_1 = n$ la (9) si trasforma nella:

$$t^2 [w_{1x} (w_{1x} - 2 V n) - m a_0] + 2 t [A_1 V n - w_{1x} m] + [2 A_1 m - (A_1^2 + l^2 - r^2)] = 0 \dots (9)_a$$

che determina t .

Quanto al lavoro L_2 perduto nell'urto, le masse rigidamente collegate alla manovella essendo assai maggiori di quelle a moto alternato, si potrà porre con molta approssimazione:

$$L_2 = \frac{G + G_b}{g} \left[\frac{v_{x2}}{\cos \alpha_1} - V \sin (\alpha_1 + \phi_2) \right]^2 \quad (10)$$

Se l'urto, anzichè essere ritardato durante il periodo di ammissione, avvenisse in una posizione qualsiasi $\phi = \phi_0$ che segue quel periodo, il tempuscolo t sarebbe dato da una delle radici della:

$$\frac{b_0 t^3}{6} + \frac{t^2}{2} \left[a_0 - r \omega^2 \left(\cos \phi_0 + \frac{r}{l} \cos 2\phi_0 \right) \right] = \lambda \cos \alpha_0 \dots (11)$$

Non volendo ricorrere a questa equazione di 3° grado, si potrà procedere approssimativamente come segue.

Supponiamo che durante il tempuscolo t anche la curva II si confonda colla sua tangente nel punto che corrisponde alla posizione $\phi = \phi_0$, nella quale sia:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{dw}{dt} \right) = c_0$$

e quindi derivando:

$$c_0 = -\frac{V^3}{r^2} \left(\sin \phi_0 + 2 \frac{r}{l} \sin 2\phi_0 \right).$$

Allora siccome:

$$a_0 = \left(\frac{dw}{dt} \right)_0$$

sarà:

$$s = \frac{c_0 t^3}{6} + \frac{a_0 t^2}{2} + w_0 t$$

e si ricaverà facilmente:

$$t = \sqrt[3]{\frac{6 \lambda \cos \alpha_0}{b_0 - c_0}} \dots \dots \dots (12)$$

valore di t facile a calcolarsi.

C) ESEMPIO.

A ben chiarire l'applicazione delle formule ricavate e dare un'idea dell'intensità degli urti, studiamo sotto il nostro punto di vista la seguente motrice di dimensioni comuni ed a grande velocità.

Dati:

$D = 0.410 \text{ m.}$	$\frac{G}{F} = 0.25 \text{ chg. cm.}^2$
$r = 0.4 \text{ m.}$	$n = 242.9$
$\frac{r}{l} = 5$	$V = 10.170 \text{ m.}$
$p = 7 \text{ atm.}$	$a_0 = 274.68 \text{ m.}$
$\lambda = 0.10 \text{ mm.}$	ammissione = 0.15
$\frac{G_b}{F} = 0.07.$	

Si costruiscano per questo caso speciale le curve I e II, e si troverà che avviene un urto ritardato durante il periodo d'ammissione. Il valore di ϕ_0 è dato dalla (6), delle cui radici vale qui la:

$$\cos \phi_0 = 0.9205$$

donde:

$$\phi_0 = 23^\circ.0' \quad \text{e} \quad \alpha_0 = 4^\circ.28'$$

Sostituendo questi valori di ϕ_0 ed α_0 nelle relazioni ricavate e nelle relazioni generali, gli elementi relativi all'urto nel perno della testa a croce restano determinati come segue.

Risultati per l'urto nel perno della testa a croce:

$t = 0.01632 \text{ secondi}$	$w_0 = 4.69752 \text{ m.}$
$\Delta \phi = 23^\circ.47'$	$w_{x1} = 9.18030 \text{ m.}$
$\phi_1 = 46^\circ.47'$	$w_1 = 8.42584 \text{ m.}$
$\alpha_1 = 8^\circ.23'$	$(\Delta w)_1 = 0.75446 \text{ m.}$
$A_1 = 2.2525 \text{ m.}$	$L_1 = 0.2094 \text{ chgm.}$

Il distacco nel perno delle manovelle avviene nella posizione:

$$\phi = \phi_1$$

e l'urto dopo un altro tempuscolo t ; gli elementi relativi a quest'urto restano determinati come segue.

Risultati per l'urto nel perno della manovella:

$t = 0.00171 \text{ secondi}$	$w_1 = 8.42584 \text{ m.}$
$\Delta \phi = 2^\circ.29'$	$w_{x2} = 9.6500 \text{ m.}$
$\phi_2 = 49^\circ.16'$	$w_2 = 8.71136 \text{ m.}$
$\alpha_2 = 8^\circ.44'$	$v_{x2} = 8.5245 \text{ m.}$
$A_2 = 2.2378$	$L_2 = 0.$

La figura 41 rappresenta sistematicamente questi risultati.

Che il lavoro L_2 sia eguale a zero, è un puro caso; ciò proviene dal fatto che le velocità del perno e del cuscinetto nella direzione di λ (dell'asse della biella) e nella posizione 2, sono perfettamente uguali; inverso si ha:

$$\frac{v_{x2}}{\cos \alpha_2} = V \sin (\alpha_2 + \phi_2) = 8.6241 \text{ m.}$$

In generale L_2 non sarà nullo, anzi potrà facilmente superare L_1 , nonostante la minore differenza di velocità e per ef-

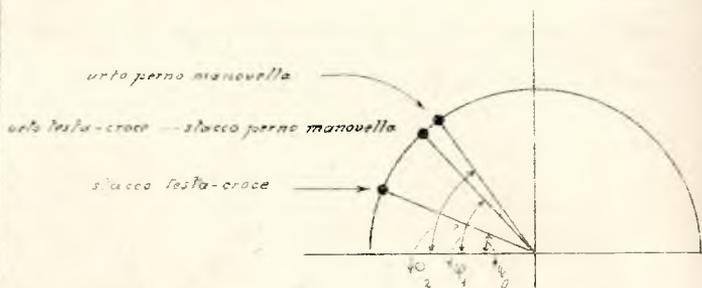


Fig. 41.

fetto della grande massa rigidamente collegata colla manovella. Gli urti sono più pericolosi nel perno della testa a croce che altrove; nel perno di manovella essi sono attutiti dalla stessa elasticità della biella. Ed infatti, nei veloci a vapore sono appunto i perni della testa a croce che si spezzano più frequentemente, nonostante il loro doppio appoggio di fronte al semplice incastro dei perni di manovella.

D) RISOLUZIONE GRAFICA.

Qualora si abbiano disegnati o rilevati i diagrammi, è facile calcolare graficamente gli elementi relativi ad un urto, ed ecco come. Costruite le curve delle pressioni sui tempi, esse potranno considerarsi, dopo semplice variazione dell'unità rappresentativa, come curve delle accelerazioni sui tempi; da queste si possono ricavare le relative curve delle velocità e degli spazi sui tempi mediante doppia integrazione grafica (*), che corrisponde alla doppia integrazione analitica anzi eseguita. Si giunge così alla figura 42, la quale de-

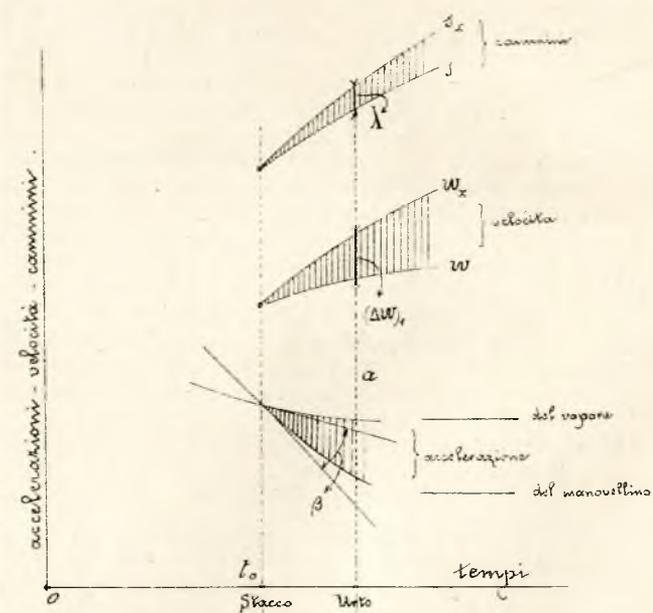


Fig. 42.

(*) L'integrazione grafica si eseguisca così (vedi fig. 43): a è una data curva d'accelerazione:

$$\left(\frac{dw}{dt} \right) = f_2(t)$$

dalla quale si vuole passare alla relativa curva delle velocità; per la costante d'integrazione si noti che per:

$$t = t_1 \quad w = w_1.$$

Si ha:

$$a_1 = \left(\frac{dw}{dt} \right)_1 = \tan \alpha_1$$

quindi α_1 è l'inclinazione, rispetto alla base, della tangente b alla

termina graficamente tutti gli elementi che abbiamo calcolato prima analiticamente. Infatti l'ordinata a , sulla quale le due curve $s_n = f(t)$, $s = f_1(t)$ intersecano un segmento (differenza di cammino) eguale a λ , ha per ascissa t_1 , ed il segmento interposto sulla stessa a dalle due curve $w_1 = f_2(t)$, $w = f_3(t)$ rappresenta la differenza di velocità $(\Delta w)_1$. Noti t e $(\Delta w)_1$, si calcolano immediatamente tutti gli altri elementi (*).

Dalla rappresentazione grafica si rileva che tanto maggiore è β , ossia quanto più rapidamente cresce l'eccesso dell'una sull'altra accelerazione, tanto minore è il tempuscolo t , e tant'è maggiore in generale l'intensità dell'urto, perchè Δw cresce con β assai più rapidamente di Δs . Ciò conferma che l'urto ritardato durante il periodo d'ammissione è, rispetto all'azione sul perno, peggiore di ogni altro; infatti allora β è massimo, perchè la curva d'accelerazione del vapore è orizzontale, mentre quella del manovellismo ha inclinazione pressochè massima.

E) URTI SECONDARI.

Tra le coppie cinematiche del manovellismo abbiamo considerato soltanto due coppie rotoidali; resta dunque a vedersi che cosa avvenga nella terza ed ultima coppia rotoidale e nella coppia prismatica.

Terza coppia rotoidale. — È la coppia del perno dell'albero motore, dove in generale non si hanno dei veri urti, ed ecco perchè.

Le forze centrali che caricano quel perno sono (disposte in ordine di grandezza decrescente) le seguenti:

- a) Il peso degli organi sopportati (albero, volano, ecc.);
- b) Lo sforzo assiale della biella, proveniente dal vapore;
- c) Una parte della forza d'inerzia della biella, normale al suo asse, la quale forza nel caso di grandi velocità non può venire trascurata, e carica sensibilmente la biella a flessione.

La prima forza a) è costante in direzione, senso e grandezza; la seconda e la terza variano in direzione, senso e grandezza, perchè dipendono da elementi variabili colla posizione del manovellismo.

La prima forza è una costante data; la seconda si rileva facilmente dai diagrammi; per la determinazione della terza valga quanto segue.

Lo sforzo d'inerzia normale all'asse della biella e relativo

curva $w = f_1(t)$ nel punto (w_1, t_1) ; allo stesso modo si trova l'inclinazione α , della tangente c alla stessa curva nel punto (w_2, t_2) ; si faccia passare c pel punto d'incontro tra b e l'ordinata media tra

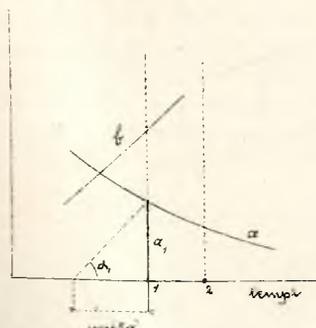


Fig. 43.

1 e 2, e si scelgano i punti 1 e 2 sufficientemente vicini onde potere costruire per tangenti la curva $w = f_1(t)$. Analogamente si passa mediante seconda integrazione grafica dalla curva $w = f_1(t)$ alla $s = f(t)$.

(*) Si abbia cura di scegliere per i tempi una tale scala, che il tempuscolo t sia rappresentato da un segmento sufficientemente grande, che le curve sieno ben distinte, e sia facile ed esatto il rilievo dei segmenti λ e (Δw) .

ad un suo elemento fdx a distanza x dalla testa a croce, è dato (*) da:

$$p_n dx = \frac{\gamma f}{g} \frac{V^2}{r} \left(\frac{x}{r} \pm \frac{r}{l} \cos \phi \right) \sin \phi dx \dots (13)$$

nella quale i nuovi simboli γ ed f rappresentano rispettivamente il peso specifico e la sezione normale della biella (supposta costante), ed i segni + e - valgono rispettivamente per le corse di andata e di ritorno. Integrando la 13 tra i limiti 0 ed l , e ricordando che nel perno di manovella agiscono i due terzi della forza risultante, si otterrà per lo sforzo normale all'asse della biella in quel perno, ed in funzione dell'inclinazione ϕ della manovella:

$$P_n = \frac{2}{3} \frac{G_b}{g} \frac{V^2}{r} \left(\frac{1}{2} \pm \frac{r}{l} \cos \phi \right) \sin \phi = f(\phi) \dots (14)$$

Questo valore di P_n si può calcolare graficamente nel seguente semplice modo. Si tratta di costruire una lunghezza o , il cui valore è della forma:

$$(m \pm n \cos \phi) \sin \phi$$

dove m ed n sono costanti date, mentre ϕ è un angolo che assume successivamente ogni possibile valore. Si descrivano (vedi fig. 44) due cerchi I e II di raggio m , distanziati oriz-

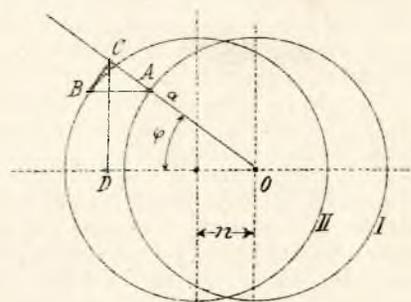


Fig. 44.

zontalmente di n ; per un valore qualsiasi di ϕ (posizione a della manovella), si proietti A orizzontalmente su II in B, poi B normalmente su a in C, quindi C verticalmente in D. Si avrà in generale:

$$CD = o = (m \pm n \cos \phi) \sin \phi.$$

Così è assai facile costruire un diagramma di P_n una volta calcolate le costanti m ed n .

Ciò posto è da osservarsi che quando si tratta di piccole o medie velocità, le forze P_n ossia le (c) sono completamente trascurabili rispetto alle prime, e che le (a) sono assai maggiori delle altre due. Epperò nelle motrici orizzontali la risultante totale R delle forze (a) (b) (c) può soltanto oscillare nel mezzo quadrante inferiore attorno al perno, ma non può ruotare, cosicchè in realtà non si hanno dei veri urti. Si ha invece oltre alla rotazione del perno attorno al proprio asse, un suo rotolamento alternato sul mezzo cuscinetto inferiore entro i limiti che racchiudono quelle porzioni di cuscinetto che vengono successivamente premute. È questo il motivo per cui i cuscinetti si consumano soltanto in certe parti, è il motivo che conduce a staccare queste parti dal resto e a renderle convenientemente mobili onde correggere l'usura. E si è appunto ricavando e conducendo le R attorno al centro in direzione e grandezza, per un buon numero di posizioni del manovellismo, che si può vedere chiaramente quale pressione il perno trasmette in ogni momento al cuscinetto e come la trasmette, onde poi concludere sulla costruzione del supporto, sulla più conveniente inclinazione del piano divisorio tra il coperchio e la base, e così via.

(*) Vedi GRASHOF, *Theorie der Elasticität und Festigkeit*, pagina 181. — Berlin, 1878.

Le ultime conclusioni, fu già detto, valgono soltanto per motrici orizzontali; nel caso di motrici verticali le direzioni medie delle forze (*b*) e (*c*) sono normali alle corrispondenti nel primo caso. Ciò posto è facile capire come in un motore verticale a doppio effetto, e come allora soltanto, sieno possibili dei veri urti nel perno dell'albero motore durante la corsa dal basso all'alto, qualora le pressioni sieno sufficientemente alte ed il volano sufficientemente leggero.

Sovra una base che rappresenta il mezzo cammino del perno di manovella si costruisca la curva I degli sforzi assiali della biella che provengono dal vapore, e la curva II degli stessi sforzi che provengono dalle masse, ribaltando come al solito la II attorno alla base. Si sposti verso il basso la curva I per una lunghezza eguale a quella che rappresenta nella scala delle pressioni il peso unitario sopportato dal perno (peso per ogni cm² di superficie di stantuffo). La presenza e le posizioni degli urti nel perno dell'albero e nell'ultimo caso considerato, sono date dalla presenza e dalla posizione dei punti d'incontro tra la curva II e la curva I così spostata.

Coppia prismatica. — È la coppia della testa a croce, nella quale avvengono in generale degli urti secondari, di piccola intensità, ed ecco come e quando. Nel caso più comune di motrici orizzontali, le forze che caricano la testa a croce sono le due verticali seguenti:

(a) Il suo proprio peso, (G_x), cui si può, al caso, aggiungere quella parte del peso dello stantuffo e dello stelo che si ritiene sopportata dalla testa a croce stessa;

(b) La componente verticale N della tensione o della pressione assiale della biella.

La (a) è una forza data, costante in senso, direzione e grandezza; la (b) è costante in direzione, varia continuamente e lentamente in grandezza, può variare in senso, e si rileva facilmente dai diagrammi. Rispetto agli urti, il caso più favorevole è quello in cui le due forze agiscono in generale nello stesso senso, perchè allora la testa a croce non tende mai a staccarsi da una guida, per battere contro l'altra.

Questo è anche il caso più comune delle motrici orizzontali a doppio effetto senza inversione di moto, nelle quali la testa a croce preme in generale contro la guida inferiore. Allora, detta *p* la pressione unitaria risultante sullo stantuffo, è possibile che nei tratti *x* di corsa (vedi figura 45) in cui

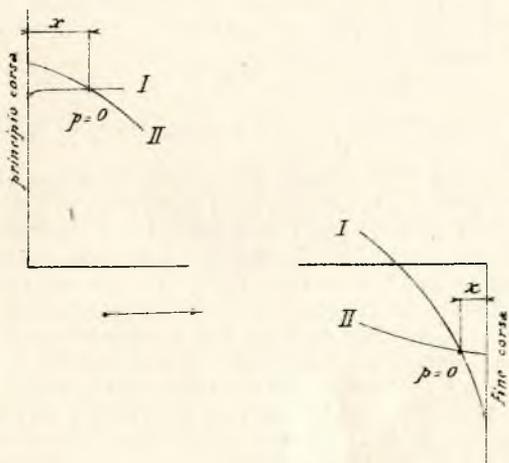


Fig. 45.

il moto (ossia *p*) proviene dal manovellismo, vi sieno degli urti nella coppia prismatica; la presenza e la posizione di questi urti sono date dalla presenza e dalla posizione di punti nei tratti *x*, a partire dai quali:

$$p \tan \alpha > \frac{G_x}{F}$$

Invertendo il senso di moto, la testa a croce viene a premere in generale contro la guida superiore; allora è certo che all'infuori dei tratti *x* di corsa, vi sono degli urti nella

coppia prismatica; le posizioni di questi urti sono date dalla posizione di punti, all'infuori dei tratti *x*, a partire dai quali

$$p \tan \alpha < \frac{G_x}{F}$$

Nel caso di una motrice orizzontale ad inversione di moto si avranno dunque sicuramente degli urti, nell'uno o nell'altro senso di rotazione.

Nelle motrici orizzontali a semplice effetto, la testa a croce tende a premere alternativamente sull'una e sull'altra guida. Però se, come in generale avviene, durante la corsa di lavoro essa preme sulla guida inferiore, allora non vi saranno urti affatto poichè la piccola N tende a farla battere contro la guida superiore durante la corsa di ritorno, è sempre e certamente minore del peso proprio della testa a croce stessa.

Nel caso di motrici verticali possono farsi distinzioni analoghe; vi sarà maggiore facilità d'urti poichè cessa l'azione compensatrice del peso G_x .

In ogni modo questi urti nella coppia prismatica, sono sempre di piccola intensità e poca importanza; infatti per ogni valore normale del rapporto $\frac{p}{l}$, la componente N è relativamente assai piccola, e varia lentamente; gli urti poi avvengono tra corpi robustissimi pei quali non v'ha alcun pericolo di rottura.

II. — Macchine operatrici.

Quanto fu detto fin qui per le motrici, vale nel concetto fondamentale anche per le operatrici, perchè il manovellismo è il medesimo sia nelle une sia nelle altre. Bisogna però vedere in quali condizioni speciali esso si trovi nelle operatrici, e perchè le velocità di regime sieno assai minori in queste ultime che nelle motrici.

Nel passaggio dalle une alle altre, i membri del manovellismo su cui agiscono potenza e resistenza invertono la loro funzione; infatti nelle operatrici la potenza è applicata alla manovella, la resistenza allo stantuffo, e noi per stare nel caso più comune ed importante supporremo che questa resistenza non varii (pompe, ecc.). La curva I che la rappresenta si trasforma in una parallela alla base (vedi fig. 46),

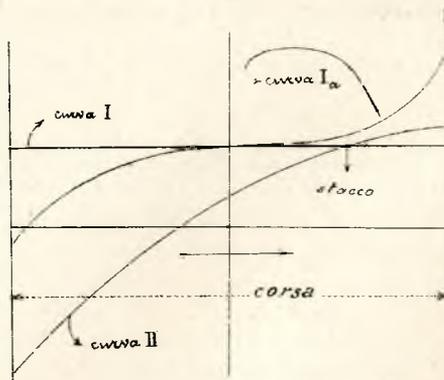


Fig. 46.

la curva II rimane la medesima ma non deve più venire ribaltata attorno alla base stessa. La presenza e le posizioni degli urti, sono date come prima dalla presenza e dalle posizioni dei punti d'incontro di queste curve; e la maggiore facilità d'urti (quindi le minori velocità possibili nel caso attuale rispetto al precedente) proviene appunto dalla maggiore facilità d'incontro tra una orizzontale ed una curva inclinata (operatrici) che non tra due curve inclinate nello stesso senso (motrici). Gli urti possono essere soltanto ritardati, non anticipati; ma sono relativamente intensi, poichè l'angolo β è grande trovandosi ora in fine corsa nelle stesse condizioni in cui si trovava prima in principio; qui analogamente al caso di prima, se in fine di corsa la pressione d'accelerazione delle masse a moto alternate, supera la resi-

stenza, si ha un urto anticipato. Dato che vi sieno degli urti e che si vogliano ovviare senza diminuire la velocità, ossia mantenendo la curva II, non resta altro che spostare la I in modo che non incontri più l'altra. Così si può inclinare la I a sufficienza applicando direttamente alla massa G una forza che agisce da potenza nella prima mezza corsa e da resistenza nella seconda (vedi figura 46, curva I_0); si potrebbe anche innalzare sufficientemente la I, ma ciò corrisponde ad una resistenza ausiliare costante, epperò rappresenta un mezzo troppo irrazionale.

Oppure si possono lasciare gli urti, ma diminuirne l'intensità (diminuzione dell'angolo β) col diminuire la velocità e le differenze di velocità dei corpi urtanti nelle posizioni ad essi relative. Ciò si ottiene innestando tra l'albero motore a rotazione uniforme e l'albero della manovella un meccanismo tale che faccia ruotare il secondo con velocità angolare periodicamente variabile tra un minimo nei punti morti, ed un massimo negli intermedi (*): allora infatti diminuiscono fra le ordinate massime delle curve II, sia l'inclinazione dei suoi tratti estremi, sia il valore dell'angolo β .

In realtà non si fa nulla di tutto questo, e le operatrici, anche nei casi in cui una grande velocità sarebbe desiderabile, lavorano assai più lentamente delle motrici; il motivo di ciò non è a cercarsi nel manovellismo, ma bensì nelle condizioni di lavoro dell'operatrice, condizioni speciali ed affatto estranee al manovellismo stesso. Per esempio nel gruppo assai importante delle pompe, sarebbero desiderabili dei gran numeri di giri; eppure grandi pompe con 30 o 40 giri, e pompe medie con circa 100 giri sono a grande velocità (**), mentre nelle motrici a vapore tali numeri di giri sono comuni per piccole velocità. Si è che nelle pompe a liquido, il movimento irregolare dello stantuffo si trasmette direttamente ad una certa quantità di fluido pesante, la cui massa non è più trascurabile come la massa del vapore, ma richiede forze considerevoli per venire accelerata e ritardata, si è che bisogna avere riguardo al giuoco delle valvole, sieno esse automatiche o comandate (valvole Riedler), e bisogna evitare i cosiddetti colpi d'ariete. Sono questi i motivi essenziali per cui la velocità delle pompe rimarrà sempre di gran lunga inferiore a quelle delle motrici a fluido.

Ciò che si dice per le pompe, deve dire analogamente per altre operatrici; tra le quali molte ve n'hanno in cui le stesse condizioni di lavoro non consentono una grande velocità.

Roma, gennaio 1893.

UGO ANCONA.

DISPOSIZIONI REGOLAMENTARI

SORVEGLIANZA DELLE OPERE METALLICHE.

Decreto Ministeriale 7 marzo 1893.

Il Ministro Segretario di Stato pei Lavori Pubblici, ritenuta la necessità di compilare un Regolamento generale per la costruzione, la sorveglianza, e le prove periodiche dei ponti, viadotti ed altre opere metalliche in uso sulle strade ferrate del Regno;

Sulla proposta del Regio Ispettore Generale delle Strade Ferrate;

DECRETA:

Art. 1. La compilazione del Regolamento, di cui sopra, è affidata ad una Commissione composta dei signori Ingegneri:

Dionisio Passerini, Ispettore del Genio Civile, *Presidente*;

Marco Saccardo, Regio Ispettore-Capo delle Ferrovie;

Nicolò Nicoli, Regio Sotto-Ispettore delle Ferrovie;

Giuseppe Monacelli, Regio Sotto-Ispettore delle Ferrovie;

Lauro Pozzi, Capo dell'Ufficio d'arte presso la Società esercente delle Ferrovie del Mediterraneo;

(*) Diversi di tali meccanismi sono descritti da MISSEGGER nella *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, 1891, n. 43 e seguente; ivi è pure indicato un metodo semplice per costruire con buona approssimazione la curva II quando il perno di manovella ruota con velocità periodicamente variabile.

(**) Vedi ANCONA: *Pompe moderne per l'alimentazione d'acqua delle città*.

Pietro Giambruni, Capo-Sezione principale presso la Società esercente delle Ferrovie del Mediterraneo;

Giuseppe Sangiorgio, Capo dell'Ufficio Costruzioni metalliche alla Direzione delle Costruzioni presso la Società esercente delle Ferrovie del Mediterraneo;

Ausano Caio, Capo-Servizio della Manutenzione presso la Società esercente della Rete Adriatica;

Lauro Mottino, della Società esercente le Ferrovie Sicule;

Beniamino Besso, Ispettore Generale Compagnia Reale delle Ferrovie Sarde;

Bartolomeo Figari, addetto al servizio della Manutenzione delle Ferrovie Sarde;

Giulio Rusconi-Clerici, Rappresentante dell'Unione delle Ferrovie Italiane d'interesse locale;

Ettore Klein, Rappresentante dell'Unione delle Ferrovie Italiane d'interesse locale;

Fungerà da Segretario il signor ingegnere Innocenzo Gioncada, Regio Sotto-Ispettore delle Strade Ferrate.

Art. 2. Gli studi della Commissione dovranno avere, in ispezial modo per oggetto:

a) la natura e le qualità generali dei materiali da impiegarsi nelle nuove costruzioni metalliche e nella sistemazione di quelle esistenti, i limiti di resistenza da provocarsi nei medesimi e le relative prove;

b) il metodo di calcolazione delle diverse membrature delle costruzioni metalliche;

c) il treno tipo da adottarsi pel calcolo dei ponti metallici in relazione col traffico delle ferrovie a cui sono destinati, e colla portata dei ponti medesimi;

d) il procedimento da seguirsi per il censimento dei ponti in esercizio, e per la revisione dei calcoli di stabilità di quelli che sono in opera a partire da una data epoca che la Commissione stessa dovrà determinare;

e) la revisione periodica delle condizioni di stabilità e di manutenzione dei ponti metallici, e le norme generali da seguirsi per le prove periodiche;

f) le norme riguardanti la manutenzione e la sorveglianza permanente dei ponti metallici.

La Commissione dovrà infine compilare un Capitolato di oneri generale per le costruzioni metalliche e presentare le sue proposte non più tardi del 31 agosto 1893.

Il Ministro: GENALA.

NOTIZIE

La stazione sanitaria marittima del porto di Genova. — Da pochi giorni sono stati iniziati i lavori di costruzione di questa importante stazione sanitaria, per la quale il Parlamento, con apposita legge, assegnava tre anni or sono la somma di L. 350.000. Secondo gli accordi presi con la Direzione del Genio Civile, la stazione sarà costruita sulla punta del Molo Paleocapa, fra il Molo Lucedio e il Molo Nuovo, in base al piano e ai progetti studiati dalla Direzione di sanità pubblica nell'Ufficio tecnico di essa.

È nota la ragione che indusse il Governo a questa opera che verrà ad arricchire indubbiamente il più importante porto d'Italia, e ora che di esso si è felicemente inaugurata la costruzione, ne riassumiamo brevemente la storia.

Fin dal 1887, il Direttore della Sanità aveva riconosciuto il grave inconveniente di non avere presso il porto di Genova una località per le operazioni delle navi in contumacia: per cui certe linee di vapori, per non perdere tempo, non toccavano più il porto di Genova, con quale gravissimo danno facilmente si comprende.

Vi era altresì il guaio di una grande perdita di tempo per dare la *libera pratica*, e l'inconveniente di introdurre in città gli ammalati di affezioni infettive.

Si studiò la questione, si formulò un progetto di stazione sanitaria secondo le idee più liberali e scientifiche adottate in fatto di difesa dalle epidemie dopo l'istituzione della nuova Direzione di Sanità.

Il prof. Pagliani fece stendere il progetto nell'Ufficio tecnico della sua Direzione del Ministero dell'Interno, e fu quindi dal Crispi presentata una legge speciale, favorevolmente accolta dal Parlamento, il quale votava la somma di L. 350,000 pel compimento di questa opera. Fin d'allora, e per parecchio tempo in seguito, si presentarono non lievi difficoltà per la preparazione, per la scelta, per la concessione del terreno su cui erigere la stazione sanitaria, e parve indispensabile, a tale scopo, che si avesse a trovar finito il ponte Paleocapa.

Ora finalmente, per ottimo buon volere del Genio Civile, a cui è affidata la vigilanza dell'opera, alla quale prestò validamente il suo concorso per la parte tecnica costruttiva, ogni formalità è finita, e come già abbiamo detto, l'Impresa ha posto mano ai lavori in seguito ad una ultima visita sul luogo dal Direttore della Sanità.

La stazione va composta di diversi fabbricati formanti un edificio cinto e chiuso all'intorno da cancellata, ed il piano venne debitamente approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il progetto comprende un primo edificio, che dal disegno appare assai grazioso ed elegante, per uffici ed alloggi del personale, qui dovendosi trovare in permanenza un medico di servizio; più indietro altri due edifici per gli alloggi dei viaggiatori in osservazione, per la prima, seconda e terza classe, altro per bagni e doccie; altri due per disinfezioni, lavanderia, ed il presente faro ridotto a forno crematoio.

Un'aspirazione molte volte espressa dalla Camera di Commercio, ed un vivo desiderio del commercio genovese vengono così esauditi, con grandissimo vantaggio di quel Porto, al quale viene con ciò assicurato il movimento in ogni tempo ed in qualunque condizione sanitaria si trovi il paese che vi mandi i propri bastimenti.

(*Rivista d'igiene e sanità pubblica*).

La fabbricazione del ghiaccio. — È un'industria affatto moderna, la cui importanza va ogni giorno crescendo. Nè sarebbe da meravigliarsi se non fosse lontano il giorno in cui la formazione del ghiaccio naturale e la sua conservazione dall'inverno all'estate più non fossero che rare eccezioni, od anche semplici memorie del passato.

L'impianto frigorifico di Brooklyn fatto dalla Società Frick di Waynesboro (Pensylvania), merita di essere dato come esempio di fabbricazione del ghiaccio in ampia scala. Sono da 60 a 90 tonnellate di ghiaccio che quell'impianto può dare ogni ventiquattr'ore.

Due generatori del vapore di 100 cavalli somministrano, oltre al vapore occorrente per la forza motrice, la quantità di vapore necessaria ai condensatori ad ammoniacca. L'acqua così distillata è filtrata sul nero animale, che le toglie ogni odore ed ogni colore; poi è raffreddata in un serpentino e di nuovo passata ad un filtro a carbone prima di arrivare nelle casse di deposito, pronta ad essere adoperata per la fabbricazione del ghiaccio. Prima ancora di introdurla nelle forme per l'agghiacciamento, è filtrata ancora attraverso spugne, e così si ottiene dell'acqua di una purezza assoluta, che è la condizione più importante per avere buon ghiaccio e di bell'aspetto.

La parte più importante dell'impianto è quella che contiene la macchina frigorifica, del tipo Eclipse, di 150 tonnellate, con due serbatoi di agghiacciamento. Questi serbatoi sono di lamiera di ferro, ed hanno ciascuno m. 13,5 di lunghezza, m. 11 di larghezza, e m. 1,22 di profondità. Ciascuno contiene 480 forme di m. 1,02×0,56×0,28, ossia tali da dare un pane di ghiaccio del peso di 135 chilogrammi.

La macchina Eclipse ha due compressori ad ammoniacca verticali (diametro m. 0,508 e corsa m. 0,915) comandati da una motrice a vapore orizzontale, a distribuzione Corliss, il cui cilindro ha m. 0,812 di diametro e m. 0,915 di corsa. Colla velocità di 40 giri per minuto, questa macchina produce 60 tonnellate di ghiaccio nelle 24 ore.

Sovra di ciascun serbatoio di agghiacciamento si trova un carrello scorrevole che serve a sollevare le forme; esso è mosso meccanicamente, solleva due forme alla volta, e le porta ad un apparecchio speciale destinato a far uscire i pani di ghiaccio; i quali prendono a scorrere su di un piano inclinato fino al magazzino di deposito.

(*Société des Ingénieurs Civils*).

BIBLIOGRAFIA

I.

La correction des torrents en Suisse. — *Exposé raisonné d'ouvrages exécutés, rédigé par ordre du Département fédéral de l'Intérieur.* par A. DE SALIS, inspecteur fédéral en chef des travaux publics. — In due dispense, 1891 e 1892. — Berna.

La prima dispensa dell'opera, che presentiamo ai lettori dell'Ingegneria, è stata pubblicata verso la fine del 1891 e la seconda nel dicembre scorso; nell'intervallo fra l'una e l'altra, l'Autore venne a morire; ma siccome il manoscritto era già pronto per la stampa, così tutto il libro è lavoro suo, ed è un bel monumento che egli stesso si è edificato, e che tramanderà ai posteri la sua memoria.

Nessun altro paese, meglio della Svizzera, offre le condizioni necessarie per eseguire le opere che vengono descritte nel libro dell'ispettore capo De Salis; i torrenti vi sono innumerevoli, e alcuni dei principali fiumi di Europa hanno origine dalle Alpi svizzere in forma di veri torrenti; per cui i vari sistemi di correzione trovano qui un campo opportunissimo alla loro applicazione, ed è per l'ingegnere di sommo interesse lo studiarli, seguendone lo sviluppo e valutandone i risultati; per noi italiani specialmente, che nelle Alpi e negli Appennini abbiamo numerosi torrenti, per la maggior parte in balia a se stessi e fonte di danni periodici, torna utilissimo un tale studio, allo scopo di trarne quell'ammaestramento che ci permetta di scegliere ed applicare i rimedi più sicuri ai nostri corsi d'acqua montani. Quando poi si consideri che i lavori di correzione sono di tale natura da non potersi apprezzare il loro valore se non dall'esame dei risultati, ragione per cui fra gli ingegneri molti ancora non vi hanno grande fiducia, la necessità di studiare quelli eseguiti diventa impellente, onde riconoscere le circostanze e le varie condizioni che sopra essi influiscono e fare una giusta applicazione, si da non esporsi a costruire con ingenti spese opere inefficaci e talvolta anche dannose.

Scopo precipuo della pubblicazione dell'ispettore De Salis, è appunto quello di fornire gli elementi per lo studio ora accennato ed un'indagine diretta a riconoscere se i lavori eseguiti corrispondono alle condizioni tecniche richieste per assicurarne l'esito. D'altra parte, siccome l'Amministrazione federale ha partecipato anche finanziariamente in larga misura a tutti i lavori di correzioni fluviali, era giusto che facesse una specie di esame di coscienza e si rendesse conto se i sacrifici pecuniari considerevoli che occorsero per opere di questa natura, hanno avuto un impiego realmente utile. Egli è questo un atto di saggia amministrazione, e il libro dell'ispettore De Salis risponde perfettamente a questo duplice scopo: è una specie d'inventario dei lavori che da 20 anni si stanno compiendo in correzioni di torrenti e di fiumi. I problemi che vi si connettono sono molteplici, e lo studioso se ne renderà conto leggendo l'opera. Tuttavia, non potendo noi entrare nei particolari, ci limiteremo ad alcune considerazioni d'ordine generale.

L'estinzione dei torrenti può essere di un interesse locale o generale; ciò dipende dalla natura del corso d'acqua: se questo ha un percorso breve, i vantaggi che ne ridondano sono tutti a favore della contrada che attraversa; ma siccome estinguendo il torrente si tolgono le cause che lo facevano straripare e dar luogo a inondazioni disastrose, i vantaggi ottenuti diventano sensibili a tutta una popolazione che prima ne era vittima. Ora questo non è più un solo interesse locale, ma è un interesse pubblico di primo ordine; perciò anche lo Stato deve partecipare alle opere relative. Ed a questa categoria di opere appartengono le due correzioni descritte nel primo fascicolo del libro di De Salis, quelle dei torrenti Spreitenbach e del Piccolo Schlieren. È evidente che non sarebbe stato possibile passare in rivista le opere di correzione eseguite per tutti i torrenti della Svizzera; perciò l'A. ha scelto quelle che si potevano presentare come tipi d'un'intera categoria di lavori: e le due menzionate hanno appunto tale carattere. Per altri torrenti invece, l'A. si è limitato a descrivere brevi tratte, in vista di far conoscere un modo speciale di costruzione o di dare la soluzione d'un problema particolare.

L'altra categoria di estinzioni, a cui l'A. riconosce un interesse generale, è costituita da quei torrenti che si gettano in altri corsi

d'acqua di natura più o meno torrentizia: e Salis afferma che i lavori eseguiti negli affluenti esercitano un'influenza benefica sul regime dei recipienti. A prima vista l'asserzione dell'ispettore De Salis sembra, se non azzardata, per lo meno difficile a dimostrarsi, poichè l'obbiezione che subito si presenta, cioè che i lavori da eseguirsi in tutto il bacino di un fiume, dove i torrenti sono numerosi assai, assumono un'importanza ed un'estensione tale da richiedere una spesa ingente e superiore ai vantaggi sperabili, è naturale e in apparenza giustificata. Ma quando poi si considera che non tutti i corsi d'acqua di un bacino hanno bisogno di essere estinti o corretti; che le materie da molti di essi trasportate non arrivano fino al recipiente e, se vi pervengono, si trovano dall'attrito già tanto sminuzzate da poter essere trasportate facilmente; che spesso la correzione di un torrente può limitarsi ad una breve lunghezza del suo percorso; che finalmente i soli affluenti più vicini alla parte piana dell'asta del fiume-recipiente sono quelli che esercitano un'influenza marcata sul medesimo, e di essi un numero esiguo ha un'importanza eccezionale, si comprenderà di leggeri che l'asserzione dell'A. non è priva di fondamento. A giustificarla in modo irrefutabile sono dirette le correzioni trattate nel secondo fascicolo, quella della Rovana nelle vicinanze di Campo e quella della Nolla vicino a Thusis, le quali, benchè siano d'interesse affatto locale, influiscono considerevolmente in modo assai benefico sul regime dei loro recipienti, la Maggia e il Reno.

L'A., nella esposizione dei lavori sopraddetti, comincia dall'indicare la situazione geografica, dando anche notizie storiche; poi tratta delle condizioni idrografiche del torrente e del suo bacino imbrifero; studia la natura geologica e agricola dei terreni in cui nasce e attraverso i quali si svolge, per trovare le ragioni e il limite delle erosioni e dei danni di cui è causa; dopo di che passa in esame i rimedi proposti o parzialmente attuati; esclude quelli inefficaci e si arresta ai più razionali, della cui applicazione nei singoli tratti s'intrattiene lungamente; entra in minuti particolari relativamente alla costruzione, durata, modo, materiali impiegati; espone le spese occorse e ne deduce il costo per metro lineare e per metro di altezza di caduta, onde poter fare delle considerazioni generali; e finalmente esamina i risultati ottenuti.

È evidente che in tutta questa esposizione l'A. è obbligato di trattare non pochi problemi d'idraulica pratica, lo studio dei quali offre un interesse grandissimo per tutti coloro che sono chiamati ad occuparsi di correzioni di torrenti. Precetto generale e dominante è quello di impedire la formazione delle materie che il torrente trasporta, ossia l'accumulamento di esse nel così detto canale raccogliitore; questo deve anzi essere lo scopo principale delle correzioni, a cui si aggiunge la necessità di restringere il corso d'acqua alla larghezza strettamente necessaria alla sua portata, e ciò non solamente nella parte bassa, ma anche nel tratto superiore, all'origine, facendo avanzare la vegetazione fino alle rive, lasciando solo lo spazio per la circolazione. Siccome però un tale risultato non può raggiungersi immediatamente, diventa necessario di ricorrere a mezzi per la ritenuta delle materie che il torrente trasporta; questi mezzi sono le serre, il rimedio più efficace che possa idearsi, poichè non solo esse ritengono i materiali quando vengono trasportati per grandi masse provocando dei depositi temporanei a monte, ma lasciano che tali materiali vengano poi asportati in seguito, a poco a poco, quando cioè non arrecano più danno; è quindi un effetto regolatore che le serre esercitano, epperò tali serre costituiscono uno dei rimedi più efficaci nelle correzioni dei torrenti.

Oltre ai quattro esempi descritti, l'A. accenna brevemente ad alcuni lavori di arginatura ai torrenti di Niederurnen e della Veveyse; poi alle correzioni da eseguirsi quando i terreni, nei quali transita il torrente, sono franosi e i lavori vengono resi necessari da valanghe; e infine tratta di alcuni casi di derivazione di torrenti.

Tutti questi lavori sono illustrati da un numero grandioso di tavole (36 nel primo fascicolo, e 52 nel secondo), eseguite con una precisione ed accuratezza ammirevole e con un lusso straordinario; moltissime foto-incisioni rappresentano le località al naturale, cosicchè al lettore sembra di visitare i lavori durante la loro esecuzione. L'esposizione poi è chiara, concisa e corretta, e la lettura non riesce solo istruttiva, ma anche dilettevole.

In un ultimo capitolo, l'A. dà la situazione attuale della correzione dei torrenti in Svizzera. I bacini in cui si eseguirono o si stanno eseguendo lavori, sono in numero di nove: quelli del Rodano, dell'Aar, della Reuss, della Limmat, del Reno, del Ticino, dell'Inn, dell'Adda e dell'Adige; e la spesa complessiva per tutte le correzioni eseguite ascende a L. 9,030,969.10, così ripartita:

	Spesa totale	Numero di correzioni	Spesa media per correzione
Bacino del Rodano . . .	1,750,603.15	15	116,706
» dell'Aar . . .	1,782,329.79	32	55,700
» della Reuss . . .	1,683,959.33	14	120,000
» della Limmat . . .	1,805,002 —	16	112,500
» del Reno . . .	1,080,403.04	62	112,812
» del Ticino . . .	388,497.42	20	19,425
» dell'Inn . . .	292,450.26	11	26,586
» dell'Adda . . .	88,688.40	7	12,669
» dell'Adige . . .	159,035 71	4	39,759
	<u>9,030,969.10</u>	<u>181</u>	<u>49,894</u>

Dalle cifre riportate si vede quanto un piccolo Stato provvido e ben amministrato abbia saputo fare per la correzione dei propri torrenti, e noi vorremmo che anche da noi le cure del Governo non si limitassero ai soli fiumi, ma si estendessero pure ai torrenti così numerosi e terribili, specialmente nelle provincie meridionali.

Teramo.

Ing. G. CRUGNOLA.

II.

Della sistemazione dei fiumi. — Studio di CARLO VALENTINI, Ingegnere del Genio Civile. — Op. in-8° di pag. 48 con sette tavole litografiche e una tabella comparativa dei principali fiumi d'Italia. — Milano, U. Hoepli, 1893. — Prezzo L. 4,50.

Il problema della sistemazione degli alvei è problema tuttora insoluto per quasi tutti i fiumi e torrenti d'Italia. Forse non vi è altro ramo delle idrauliche discipline nel quale siasi scritto tanto. Ma le memorie tutte rimasero per lo più isolate e distinte. Ben può dirsi che ogni corso d'acqua ha per se stesso la sua storia, ed una lunga storia di lavori, di opinioni, di insuccessi, di polemiche. Ma oltretutto di tutto ciò nessuno ha mai intrapreso a fare uno studio sintetico, è anche da presumere che assai poco di utile e di concreto ne trarrebbe chi si accingesse all'improbabile lavoro. Conciossiachè le indagini per lavori di sistemazione non oltrepassavano d'ordinario la località stessa limitatissima nella quale si volevano ottenere le correzioni o le difese; senza alcun riguardo all'indole specifica ed all'andamento generale di tutto il fiume dall'origine alla foce.

L'egregio ingegnere Valentini si propone di mettere assieme alcuni capi saldi ai quali devesi di necessità riferire qualsiasi sistemazione idraulica. Il libro suo, se non può dirsi ancora un trattato, è però riuscito qualche cosa più di un programma particolareggiato sulla materia. Ottima idea quella di dare in fine di ogni capitolo un elenco bibliografico estesissimo, il quale è pure una prova evidente dello studio coscienzioso fatto dall'autore; cito ad esempio il capitolo *Fiumi*, di due sole pagine di testo, susseguito da un elenco di cinque pagine di titoli di opere da consultare.

Riassumiamo brevemente le buone massime del libro.

Se si vuole avere una sistemazione definitiva e duratura, bisogna cominciare dalla montagna e dai corsi d'acqua torrentizi per curare il male alle origini, cercando modo di limitare il trasporto delle materie nei corsi montani, e moderarne il deflusso; chè allora resterà ben poco da fare al piano.

Epperò, primo provvedimento da prendersi nei bacini montani, è di favorire la formazione e la conservazione del bosco, dovunque può giovare al buon governo delle acque.

Anche dove il rimboschimento può essere l'unico rimedio, nel frattempo bisogna ricorrere ad opere d'arte per non lasciare il bacino esposto alla violenza delle acque. Le *briglie* sono il mezzo più efficace di diminuire la forza di erosione e di trasporto; solo dove il bisogno

di consolidare l'alveo e la forte pendenza richiedessero un numero troppo grande di briglie, converrà ricorrere alla pavimentazione generale o ai cunettoni, intercalati occorrendo da piccole briglie. Spesso i grossi massi sparsi nell'alveo sono quelli che recano i maggiori disordini, e allora è provvedimento molto efficace ed economico quello di togliere il materiale grosso dall'alveo ed ordinarlo alle rive.

Quando si è provveduto ad impedire che le materie scendano al piano si è resa più facile la regolazione del cono di deiezione, per la quale basta ordinariamente approfondire l'alveo del torrente raccogliendo il materiale alla riva.

Il sistema di trattenere o rallentare le acque di piena dei bacini montani mediante serbatoi o laghi artificiali, non che quello delle grandi serre attraverso ai fiumi nei loro tronchi superiori e dei pozzi filtranti, sono provvedimenti in generale troppo costosi e attuabili solo in condizioni specialissime che si riscontrano assai di rado.

Dopo che si sono frenati i torrenti più pericolosi si può procedere alla sistemazione dei fiumi torrentizii. Prima sarebbe inutile pensarvi, perchè, quando gli affluenti sono ancora indisciplinati, può bastare una piena a distruggere tutte le opere fatte sul fiume.

Sistemare un fiume torrentizio vuol dire porlo in grado di smaltire senza difficoltà il suo volume d'acqua e di torbida, senza produrre nè scavi, nè depositi. Ciò si può ottenere solo colla ripartizione più regolare possibile della pendenza, colla determinazione della giusta larghezza e colla soppressione di tutte le sinuosità viziose dell'alveo, provvedendo ad un tempo alla colmata dei terreni laterali troppo bassi.

Ma perchè lo stabilimento del fondo e delle rive abbia a sortire buon effetto, bisogna determinare almeno in via approssimativa il livello a cui si potrà razionalmente abbassare il fondo, il che si ottiene ricorrendo al così detto profilo di compensazione, ossia a quella curva regolare che, sovrapponendosi il più possibile al profilo longitudinale del fiume, ne sopprime per compensazione le irregolarità.

L'incanalamento o la regolarizzazione nei tronchi torrentizii si può ottenere sia con opere longitudinali che trasversali. Quest'ultime però devono sempre essere abbastanza accostate per impedire che il fiume crei sinuosità fra l'una e l'altra.

La determinazione della larghezza da assegnarsi alla sezione del fiume riesce sempre difficile. Il profilo ideale sarebbe quello che impedisce la formazione sia di scavi, che di depositi; per il che è d'uopo ovviare con una sezione trasversale a profilo doppio al duplice inconveniente d'aver nelle magre i depositi sul fondo, e nelle piene le rive e gli argini esposti alla violenza della corrente.

Venendo infine ai fiumi di pianura, nei quali non essendo possibile fare assegnamento sull'azione della natura, in questi casi troppo lenta, l'intervento diretto ed esclusivo dell'arte è più che mai necessario, l'Autore raccomanda di rivolgere tutta l'attenzione agli argini, i quali, ad onta delle loro rotture accidentali, sono pur sempre il miglior preservativo che si sia finora trovato. Vuolsi adunque correggere i difetti degli argini esistenti e in particolare di quelli di golena, accoppiandovi una razionale bonifica delle campagne, ove se ne faccia sentire il bisogno; vuolsi adottare poi, nelle sistemazioni nuove, il principio misto degli argini longitudinali e di quelli ortogonali in modo da utilizzare i pregi ed evitare gli inconvenienti di ambedue i sistemi. E per ultimo nei tronchi presso mare vuolsi assegnare alla sezione trasversale l'allargamento progressivo richiesto dall'azione della marea.

La razionale sistemazione dei fiumi colle norme generali sovraindicate è provvedimento economico di grande importanza, inquantochè è l'unica soluzione che permetta di evitare le enormi spese occorrenti in tutti gli anni per riparare i danni e sussidiare i danneggiati.

Chi prende a scrivere in materia di sistemazione di corsi d'acqua ed in tesi generale, non può a meno di trovarsi stretto fra due gravi pericoli, quello cioè di rimanere nel troppo vago, e quello di riescire a precetti di troppo assoluti.

E l'ingegnere Valentini riesce sino ad un certo punto ad evitarli tutti due mercè della massima brevità, e limitandosi alla enunciazione delle idee più fondamentali.

Ma a maggior schiarimento delle medesime tengono dietro alcuni allegati. Il primo di essi è la carta idrografica e geologica d'Italia, in-

tesa a far notare lo stretto nesso che esiste fra la conformazione di un bacino e la sua struttura litologica, e a dimostrare l'importanza dell'applicazione della geologia all'idraulica. Tre altri allegati rendono paragonabili i profili e le curve di compensazione dei principali fiumi d'Italia, raggruppati secondo la loro posizione geografica, onde rendere più agevoli i confronti. Tengono dietro le scale dei deflussi dei fiumi Po, Tevere, Adige, Arno, Reno, Ticino, Adda e Mincio; il diagramma delle altezze, delle evaporazioni, delle piogge e dei deflussi del fiume Po, e quello delle altezze e dei deflussi del fiume Tevere; poi il diagramma delle *tempe* dei fiumi Adige ed Arno, ossia del numero dei giorni che il fiume in un'annata media si tiene ad una medesima altezza. Tutte cose queste le quali completano l'intelligenza del regime di un fiume. Ond'è da augurarsi che si possano presto raccogliere i dati che ancora fanno difetto, e completare così tali studi per tutti i corsi d'acqua. L'opera è coronata da una tabella idrografica comparativa dei principali fiumi d'Italia, nella quale si legge per ciascuno la superficie di tutto il bacino, e quello della parte montuosa; la lunghezza, la caduta totale e la pendenza del corso d'acqua nei diversi tratti; le dimensioni medie della sezione, le velocità e le portate; lo strato d'acqua disteso sull'intero bacino equivalente al deflusso annuo e la pioggia annuale, la scala dei deflussi, la formola del profilo di compensazione, ed il rapporto tra la superficie totale del bacino e la portata massima.

Le osservazioni e le esperienze idrologiche ed idrometriche hanno importanza grandissima nelle norme e progetti di qualsiasi lavoro anche quando si voglia limitare a qualche località particolare.

Si capisce quindi come alcuni Governi (gli Stati Uniti, la Baviera) abbiano recentemente dato grande impulso a questa scienza, ed è da far voti, che anche il Governo italiano possa, per quanto può, darvi sviluppo ed incremento, affinchè l'Italia nostra continui a mantenere quel primato nell'idraulica fisica, che è stata fondata dal Guglielmini e suoi successori.

L'ingegnere Valentini, risvegliando colla sua pubblicazione l'attenzione degli ingegneri su tale argomento, ha fatto cosa utilissima, che merita lode ed incoraggiamento a proseguirla.

G. SACHERI.

III.

Prof. ORESTE MURANI. — **Parafulmini.** — Studio teorico e sperimentale premiato col Gran Premio della fondazione Cagnola (*) dal R. Istituto Lombardo di scienze e lettere. — Op. in 8° di 110 pagine con 31 figure nel testo. — U. Hoepli, Milano, 1893. — Prezzo L. 3,50.

Il prof. Murani svolge l'argomento su indicato in 32 paragrafi. Il 1° comprende una succinta storia dell'invenzione dei parafulmini, la teoria francliniana dei medesimi finora ricevuta, la narrazione di alcuni casi di fulminazione ch'essa non può spiegare e si chiude colla descrizione del sistema di difesa applicato dal prof. Melsen all'Hôtel de Ville di Bruxelles.

Nei paragrafi seguenti, dal 2 al 18 compreso, l'A. espone la nuova teoria di Lodge cogli esperimenti dimostrativi, e le ricerche di Dufour sulla durata dei lampi; poi discute gli esperimenti del primo e, modificandone la disposizione, ne rettifica la spiegazione dimostrando come nell'esperienza ch'egli chiama del bivio, non sia vero che al disotto della distanza critica la scarica si riduca alla sola esplosiva; bensì invece che questa si produce per un sufficiente salto di potenziale causato dalla scarica continua. Stabilisce quindi il teorema del minimo lavoro elettromagnetico confortandolo con prove sperimentali.

Nei paragrafi rimanenti deduce da quanto precede la forma più adatta per i conduttori di scarica dei fulmini, la scelta del loro materiale, le disposizioni più acconcie a prevenire le scariche laterali e, riassunte infine le norme esposte, ne fa l'applicazione ai progetti di impianto di parafulmini per una casa privata e per una polveriera.

La condotta del lavoro, di cui s'è dato il sommario, dimostra nel suo A. una cognizione sicura dell'argomento, non che della teoria elettromagnetica della luce, delle leggi sulle correnti indotte e delle ricerche di Lodge e di Hertz. Gli esperimenti da lui eseguiti per discutere quelli dei fisici menzionati, e per trovarne conseguenze utili alla tesi, sono ben concepiti, semplici e decisivi. Il riassunto infine delle prescrizioni per la costruzione e l'applicazione dei parafulmini, che è conforme alle idee attualmente ammesse dagli scienziati più competenti in materia, è presentato prudentemente come tale che offra, non già una protezione assoluta, ma certo delle garanzie superiori a quelle del sistema comunemente in uso.

R. F.

(*) Premio di L. 2.500 e relativa medaglia di L. 500.

