L'INGEGNERIA CIVILE

INDUSTRIALI LE

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

L'ADIGE TRENTINO.

Appunti di viaggio dell'Ing. G. TURAZZA.

Veggansi le tav. II e lil

L'Adige, uno dei grandi fiumi dell'Italia settentrionale, che solca le provincie venete di Verona, Padova, Rovigo e Venezia, sboccando in mare per Porto Fosson, ha origine nell'Alto Trentino, là dove la natura e la lingua se-

gnano il confine fra l'Italia e la Germania.

Dalle giogaie del Pizzo Bianco, ad un'altezza di 1477 metri (tav. 111, fig. 1) sul livello del mare, discendono vari ruscelli, che formano i tre laghetti di Reschen, Mezzo e Heide, dai quali l'Adige principia il suo corso, mano mano aumentato da torrentelli che dalle alture laterali discendono. Scorrendo per pochi chilometri da tramontana a mezzogiorno sino a Glurns lungo la valle Vintschgen o Val Venosta, piega quindi a mattino sino a Meran, aumentando sempre di portata per la confluenza di altri torrenti. Quivi, dopo l'immissione del Passer, volge verso scirocco e si unisce sotto Bolzano con l'Eisack, per poi discendere in direzione mezzogiorno-libeccio per S. Michele, Trento, Roveredo, Ala ed entrando finalmente nel

In questo ultimo lungo tratto ne viene aumentata la portata, oltre che da piccoli torrentelli d'importanza minore, dai torrenti il Noce, che sbocca a valle di S. Michele, l'Avisio che si scarica a Lavis, ed il Fersina che riversa

le sue acque sotto la città di Trento.

D'indole solamente torrentizia nelle sue parti superiori, a Meran è già grosso fiume torrentizio, e così segue il suo cammino sino a Bolzano, dove può venir considerato un

Vero corso d'acqua torbida con ghiaia, ciottoli e grossi massi, nella sua parte superiore, non spinge avanti a sè che ghiaia a Trento, e nei paesi a valle, progredendo le ghiaie dopo Verona sino ad Albaredo dove segue con semplici torbide a sboccare in mare.

Il suo letto incassato più o meno nell'alto Trentino, si mantiene ancora incassato sino oltre Verona, continuando poi pensile, in alcune località anche a forti altezze, nelle

rimanenti Provincie Venete.

L'indole sua torrentizia, le grosse e rapide sue piene, nel Trentino, come nelle nostre provincie, furono causa di immense iatture; fertili campagne, ridenti vigneti, ridotti in sterili lande, ove l'acacia a mala pena può stendere le sue facili radici, paesi rovinati dall'impeto delle sue fiumane, vittime umane, questa è la storia raccapricciante, nel periodo di molti secoli, dell'indomita sua violenza, dell'inesorabile sua azione.

All'undecimo secolo rimontano le arginature dell'Adige nelle provincie venete, ed i lavori lunghesso eseguiti, per premunirsi dalle sue piene; nel Trentino invece sino al

principio di questo liberamente vagava lungo il suo tortuoso letto, spagliandosi nelle adiacenti campagne con loro continuo danno, perchè quantunque le sue torbide fossero fertilizzanti, pure una grande quantità di sassi, ghiaia e grosse sabbie, ben di sovente, non solo neutralizzava l'azione delle prime, ma rendeva del tutto sterili quegli sventurati terreni sui quali si depositava. Nella lunga e stretta Valle Trentina dell'Adige, frequenti stagni e vere paludi si formarono, dove i salici ed i canneti erano le sole piante che allignavano, e l'aria viziata dalle emanazioni palustri, rendeva in tristi condizioni alcuni paesi.

Questo stato di cose, quantunque fosse giovevole per le Provincie Venete, dando nel Trentino all'Adige un vasto bacino d'espansione, d'onde ne seguivano meno rapide e grosse le piene, non poteva a lungo essere tollerato; e già sotto il Governo di Maria Teresa (1), e specialmente al principio del presente secolo si intrapresero vari studi per assegnare al fiume una sistemazione tale da garantire il

paese.

Il primo concetto di detta sistemazione fu di regolarizzare il letto dell'Adige nella parte superiore, assegnandovi convenienti sezioni, rendendone meno tortuoso il percorso, perchè più prontamente le piene defluissero, e contenendo quest'ultime entro arginature, che al disopra del presup-

ponibile livello massimo si elevassero.

Ai primi tagli, eseguiti circa il 1823 al di sotto di Ro-. veredo, già le Provincie Venete ne risentirono danni, riescendo più rapide e più elevate le piene; e l'illustre idraulico Paleocapa, allora Ingegnere alle pubbliche costruzioni del Governo di Venezia (2), dimostrò, con tre suoi pareri, quali danni questi tagli portassero agli inferiori, e come poco vantaggio potessero recare ancora ai superiori, e tanto più credeva non conveniente l'esecuzione d'altri tagli a monte, allora proposti, ritenendo egli più giovevole a moderare le piene, l'imboscamento e l'infrenamento dei torrenti montani.

Nullastante l'opinione di un sì illustre idraulico, e di altri cultori delle idrauliche discipline, il primo concetto della sistemazione dell'Adige Trentino non venne di molto modificato, se ne togli la regolarizzazione e l'infrenamento di alcuni fra i molti torrenti che in esso sboccano; in questo lavoro però devesi riconoscere un indiscutibile vantaggio per le campagne dell'alto Trentino; e quantunque occorra un oculata vigilanza nelle arginature, e benchè frequenti rotte qua e là molestino annualmente sia le alte sia le basse vallate, pure le ubertose campagne di Meran,

anno 1837 -

⁽¹⁾ Nell'anno 1747 l'Imperatrice Maria Teresa aveva accordata la somma di F. 150,000 perchè si procedesse ad una sistemazione dell'Adige in Tirolo, tale da ovviare ai continui danni che venivano recati dal fiume.

⁽²⁾ Archivio della Direzione delle Pubbliche Costruzioni nelle Provincie Venete (Venezia), fascicolo N. 695:
dall'anno 1832 al 1835 — marcato Rub. 2º Adige, sez. unica.
Cartella Lvi, anno 1836 — id. id.

Bolzano, S. Michele e Trento fanno fede delle migliorate condizioni.

Non può porsi fuor di dubbio però che questi lavori abbiano di molto peggiorate le condizioni delle Provincie Venete solcate dall'Adige; difatti, mentre prima, come si disse, nell'alto e basso Trentino l'Adige formava durante le sue piene un ampio bacino d'espansione, ora tutte le sue acque, accuratamente incanalate, in breve tempo vengono portate a valle, e mentre, non sono molti anni, da Trento, per arrivare a Verona, le piene impiegavano circa dodici ore, ora in non più di sei percorrono questo spazio; ed in causa del continuo arginamento superiore, raggiungono maggiori altezze.

L'aumentata portata di piena del fiume, e la sua maggiore rapidità, non influiscono menomamente all'alterazione del suo letto nelle Provincie Venete, ed è assolutamente erronea l'opinione di molti, che il fondo dell'Adige abbia ad elevarsi; difatti a Verona il livello del fondo rapporto allo zoccolo delle pile del ponte della Pietra (costruzione Romana), è attualmente quale si trovava in remotissimi tempi; e le naturali briglie degli Slavini di Marco, sotto Roveredo, ricordati da Dante, e della Chiusa di Verona, intestando ad esse il fondo superiore, non permettono che

avanzarsi.

La sistemazione dell'Adige Trentino, che ha origine nei pressi di *Meran*, là dove il torrente *Passer* sbocca nel fiume, consiste quindi in rettifili ed arginamenti in gran parte del suo percorso, e nell'infrenamento di alcuni dei principali torrenti che in esso sboccano, per impedire che ghiaie ed altre materie vengano da questi portati ad alterarne il letto.

le materie convogliate dalle acque, abbiano oltr'esse ad

Questa sistemazione, che costituisce per sè una delle grandi opere dell'ingegneria moderna, e che costò al Governo Austro-Ungarico ed ai Comuni parecchi milioni di fiorini, deve essere ultimata nel 1892; e credo non riescirà privo d'interesse il dare qualche cenno intorno ad alcuni fra i principali lavori da me visitati lo scorso agosto, e dei quali ebbi dotte delucidazioni dalla gentilezza dei signori Perghem ed Obrelli, Ingegneri Superiori dell'I. R. Ufficio dei lavori della regolazione dell'Adige a Trento.

*

La regolazione del fiume Adige, come si accennò, ha principio nei pressi di *Meran* a valle dell'immissione del torrente *Passer*, e precisamente alla stazione di *Untermais* della ferrovia *Bolzano-Meran*.

Da questo punto, sino alla stazione di *Vilpian* (tav. II, plan. gen. dei lavori di sistemazione), per la percorrenza di circa 12750 metri, si creò un alveo apposito al fiume, chiuso fra arginature, spaziate ad una reciproca distanza di circa 75 m., delle quali, quella di sinistra, costituisce il rilevato della ferrovia sopra menzionata.

In queste località l'Adige divagava frequentemente in diversi rami nel fondo della vallata, per larghezze complessive di qualche chilometro, occupando così una vasta zona di terreno, che, sacrificata alle capricciose e frequenti piene del fiume, era condannata ad una perpetua improduttività, creando altrove frequenti stagni, veri paduli, dannosi ancora alle condizioni igieniche del paese.

La sistemazione venne eseguita parte direttamente, scavando il nuovo alveo ed arginandone opportunamente le sponde, stabilendo l'altezza delle arginature in base a quella delle massime piene verificatesi in condizioni eccezionali; parte col mezzo d'opere salienti e radenti, obbligandone l'andamento in que' tratti dove in tutto od in parte seguiva l'antico suo corso.

Ad ottenere il riempimento del vecchio alveo abbandonato, e di quelle depressioni ove esistevano ristagni, o si lasciarono degli squarci nelle arginature, profondi sino al livello di magra, dove non venivano direttamente battute dalla corrente, e che quindi meno da questa potevano essere minacciate da rotte; od apponendovi chiaviche, attraverso le quali, l'acqua di piena contenente bellette ed altre materie terree in sospensione, avesse libero campo di espandersi, e quivi depositarsi.

In questo primo tronco sistemato, il percorso del fiume

fu diminuito di circa 1750 metri.

Per un breve tratto a monte ed a valle della stazione di Vilpian il fiume segue il suo alveo naturale, ed è semplicemente arginato; si eseguì quindi un breve taglio della percorrenza di 575 m. circa, accorciandone il percorso di 75 m., e quindi seguendo ancora il vecchio alveo arginandolo, non vennero eseguiti altri tagli sino alla stazione di Sigmundkron, a valle della quale si stabilì un rettifilo della lunghezza di metri 1080 con una diminuzione di percorso di metri 175.

A valle di detta stazione, segue poi il fiume il vecchio suo corso sempre arginato, sino a raggiungere l'immissione

del fiume Eisack.

In questa sistemazione dell'Adige superiore, complessivamente venne eseguito un accorciamento di circa un chilometro e mezzo su di una totale vecchia percorrenza di 27 chilometri.

Questo diminuito sviluppo, il totale arginamento del suo percorso, influisce principalmente sul devolvere rapidamente le piene nelle parti inferiori del fiume; e quantunque questi lavori abbiano reso indiscutibili vantaggi nello stretto bacino compreso fra *Meran* e *Bolzano*, sorge il dubbio, che se forse si fosse meno diminuito e ristretto il corso, lasciando in parte alcune di quelle espansioni che previamente esistevano, migliori vantaggi ne avrebbero conseguite le Regioni Trentine poste a valle.

Coll'immissione dell'*Eisack* e de' torrenti inferiori, il *Noce*, l'*Avisio*, il *Fersina*, ed altri minori, il fiume *Adige* aumenta enormemente di portata, e maggiore ne è il vo-

lume di materie da esso convogliate.

Da detta immissione sino al suo ingresso nel Regno, in più luoghi ne venne ratificato ed accorciato il percorso, sia al principio di questo secolo, nel 1823, come alla metà ed ultimamente; quelli di maggiore importanza però, si praticarono nella prima metà, alcuni a diretto scopo della sistemazione, altri a comodo della ferrovia Ala-Bolzano, che segue per il suo percorso la vallata dell'Adige.

Come nella parte superiore, così pure per questo tratto l'Adige viene contenuto da arginature variamente discoste fra loro, ma che attualmente si stanno coordinando ad una

sezione d'alveo normale.

Dopo l'immissione dell'*Eisack*, il fiume segue l'antico suo corso sino a *S. Florian*, dove venne eseguito un taglio della lunghezza di circa 3750 m., accorciandone il percorso di circa 500 m.; questo taglio segue una linea quasi retta, lasciando prima a sinistra, poi a destra le antiche risvolte del fiume.

Di qui sino al paese di S. Michele il fiume continua ancora il suo vecchio percorso, ed in questa località con un taglio ne venne corretta una brusca risvolta; segue quindi sino a valle dell'immissione del torrente Avisio l'antico suo letto, e solo ad Ischia-Wolchestein si sta attualmente eseguendo un rettifilo della lunghezza di circa 2000 m., con una diminuzione di percorso di 200 metri.

È da notarsi che nei riguardi della migliore sistemazione dei tronchi superiori, sia per più prontamente smaltire le acque, sia per facilitare lo scarico delle materie depositate sul fondo del fiume, nel 1870, l'Ingegnere Superiore Kink proponeva un rettifilo che dalla località dove la ferrovia Ala-Bolzano attraversa da sinistra a destra l'Adige presso S. Michele, si spingesse sino all'immissione dell'Avisio.

Questo progetto, da molti opposto, venne definitivamente abbandonato, specialmente dopo il contrario parere dell'In-

gegnere Superiore Salis.

All'epoca della costruzione della ferrovia Ala-Bolzano, a comodo della ferrovia stessa, e per migliorare ancora le condizioni della città di Trento, che, direttamente bagnata per un lungo tratto dal fiume, ne risentiva frequenti danni, venne addolcita la risvolta, allontanando così il fiume dalla città e rendendo possibile di mantenere la ferrovia sulla sua sponda sinistra, dispensando di ripetutamente attraversarlo mediante ponti.

La complessiva lunghezza di questa nuova inalveazione risulta di circa 2250 m., con un accorciamento di

circa 1000 metri.

Le arginature che fiancheggiano questo taglio, discoste 70 m. fra loro, vengono attualmente spaziate in modo da lasciare delle banchine di 14 m., da 4 m. che erano prima.

In questa località, pure attualmente venne sostituito ad un ponte in muratura a cinque arcate, che creava una soverchia strozzatura al fiume, un magnifico ponte in ferro ad una sola campata, della complessiva larghezza di metri 89.50, corrispondente alla normale larghezza delle arginature.

Colla deviazione dell'Adige dalla città di *Trento*, si stabilì lo scolo di detta città e di alcune campagne superiori all'antico alveo reietto, lasciando lo scarico nel fiume a luce libera, in corrispondenza all'Officina del Gaz, poco a valle del nuovo ponte in ferro, ora menzionato, che unisce *Trento* al sobborgo di *Piedicastello*.

La posizione però troppo elevata di questo punto di scarico, fa sì, che durante le piene dell'Adige, questo rigurgita lungo lo scolo stesso, allagando le cantine e le parti

depresse della città.

A togliere questo inconveniente, l'Inclito Ufficio Edile Municipale, ha progettato, e fra non molto verrà posto in esecuzione questo progetto, di togliere detto sbocco dall'attuale sua posizione, deviando lo scolo, oltrepassata la Officina del Gas, parallelamente al fiume, e riversandolo in questo a monte dell'immissione del Fersina, ad una distanza di circa due chilometri e mezzo dall'attuale sua posizione; ed essendo, in condizioni normali, circa m. 0,75 per chilometro la pendenza del fiume in queste località, si viene a guadagnare una depressione di livello di m. 1,80, depressione che può ritenersi anche maggiore, stante le aumentate pendenze durante le piene.

A valle di Trento si riscontrano i tagli di *Lidorno* ed *Ischia-Perotti*, eseguiti nella prima metà di questo secolo, di uno sviluppo complessivo di circa 5500 m., con un ac-

corciamento di 3500 metri.

E da notarsi che all'epoca dell'esecuzione di questi lavori, il taglio *Ischia-Perotti*, che segue a valle quello di *Lidorno*, aveva una sezione minore, e che attualmente si sta lavorando per portarlo alla sezione normale, impedendo così l'inevitabile rigurgito che questo ristringimento produceva.

Segue poi per un tratto di circa 5000 m. un riordinamento ultimamente eseguito, che per gran parte corre lungo l'alveo naturale, se ne togli qualche rettifilo ed addolcimento di curve, dopo del quale vi ha un rettifilo di circa 1500 m. che diminuisce il naturale percorso di 500 metri. Altro rettifilo ed accorciamento si eseguì all'epoca della costruzione della ferrovia a valle di *Cagliano*, d'una percorrenza di circa 2000 m. con accorciamento d'alveo di

1500 m.; segue quindi una breve rettifica moderna, che di poco sfalsa l'andamento del fiume, semplicemente addolcendone una risvolta; finalmente si riscontra uno dei primi tagli eseguiti nella sistemazione dell'Adige nel 1823 ad *Ischia-Tierno* di uno sviluppo di circa 1750 m., con un accorciamento di m. 500, oltre il quale non vi sono altri lavori sino all'ingresso dell'Adige nel Regno.

Con questi lavori l'Adige, dallo sbocco dell'Eisack sino al Regno, d'una originale lunghezza di circa 110 chilom., venne accorciato di circa 8, e complessivamente, compreso il tratto fra Meran e lo sbocco dell'Eisack, d'una primitiva lunghezza di circa 137 chilometri, il totale accorcia-

mento è di circa 10 chilometri.

Da Meran allo sbocco dell'Eisack l'Adige corre con forti pendenze, e la mancanza di un profilo di livellazione mi impedisce l'assegnarne i limiti (1); da una relazione invece del 15 dicembre 1860 ed altra del 28 aprile 1870, dell'Ing. Sup. Kink, rilevo quelle del fiume dallo sbocco dell'Eisack sino sotto Trento, che trovo conveniente di qui riportare.

LOCALITÀ		Pera	orrenza	Peadenza per Chilometro
Dallo sbocco dell'Eisack sino agli approdi				CHIOMSTLO
di Leifers-Bronzol	circa	m.	1120.00	1.70
Da questo punto sino a Gmund))		1890.00	1.00
» Masetto	n))	2870.00	0.66
Nel taglio Masetto))))	8700.00	0.22
Da questa località sino allo sbocco del tor-				
rente Noce	3)		2770.00	0.61
Lungo l'Avisio	n		9480 00	0.20
Di qui sino allo sbocco del torrente Vela))		1060.00	1.78
Da questa località sino a Trento))))	2610.00	0.73
Dal Fersina sino al principio del taglio			0100.00	0.00
d'Adige di Mattarello))))	2120.00	0.89
Lungo questo taglio e la susseguente tratta			8570.00	0.22
ad Acquaviva))))		2193.00	0.22
Da Rio Secco a Cagliano, e precisamente	n))	2133.00	0.00
al torr. Rossbach, qual principio della				
correzione dell'Adige presso Nomi))	1)	3842.00	0.49
Finalmente lungo questa nuova inalvea	"	-	0012.00	0.10
zione.))))	1635.00	1.10

I lavori di diretta sistemazione del fiume Adige a seconda che sono nuove inalveazioni, o correzioni e modificazioni del suo naturale corso, vengono diversamente eseguiti.

Nel primo caso, quando cioè si tratta di nuove inalveazioni, stabilito il tracciato secondo la linea che deve seguire il corso, vengono disposte lateralmente le arginature di piena, discoste fra loro quanto deve essere la normale sezione del fiume in quella località e tanto alte da superare di 0^m,60 il livello di massima piena verificatosi nel fiume in condizioni eccezionali.

Praticato quindi un taglio di limitata larghezza corrispondente all'asse della nuova inalveazione, procedendo da valle a monte, si immette direttamente il fiume a scorrere lungo questo, lasciando cura alla sua corrente

di stabilirsi la sua naturale sezione.

All'atto dell'immissione nel nuovo alveo, viene intestato a monte il vecchio, lasciandolo aperto invece a valle, perchè l'acqua di rigurgito proceda alla bonifica del letto abbandonato; oppure, tratto tratto si lasciano delle squarciature nelle arginature, o si dispongono delle chiaviche di bonifica.

Le arginature per la maggior parte sono costituite di un terreno ghiaioso, il quale, esposto agli agenti atmo-

⁽¹⁾ In causa del mio breve soggiorno a Bolzano e Meran non mi riescì possibile procurarmi i profili dell'Adige fra Meran e lo sbocco dell'Eisack.

sferici, ha la pregevole proprietà di cementarsi in modo, che trascorso un certo tempo, non permette alcuna trapelazione, le scarpe interne però vengono per tutto il percorso ricoperte da una muratura a secco, per porle al riparo da eventuali corrosioni.

Trascorse alcune piene, e stabilitasi definitivamente la sezione, vengono protette le sponde, qua e là, dove temonsi maggiori corrosioni, con gettate di sassi.

Nelle correzioni e piccole modificazioni del corso del fiume, s'usano invece altre disposizioni, che l'esperienza di parecchi anni ha dimostrato essere di efficace risultato.

Stabilite parallelamente fra loro due sponde in muratura a secco, secondo la nuova direzione che deve assumere il fiume, ad una reciproca distanza, corrispondentemente alla località, e che appena si elevano sul livello di massima magra, si interpongono fra dette sponde e le naturali del fiume degli argini trasversali pure in muratura a secco, discosti fra i 60 e gli 80 metri, alti quanto le sponde murate ad una estremità, quanto l'altezza che devono avere le banchine all'altra, creando in tal modo tante casse chiuse, che vengono a formare altrettante casse di colmata. Atteso poi un certo tempo nel quale alcune morbide e piene abbiano superato il livello delle banchine, queste casse naturalmente si riempiono delle torbide e ghiaie del fiume, prendendo corso le acque per la nuova inalveazione.

Raggiunto il completo riempimento, si procede allora alla costruzione degli argini di piena, i quali sono tenuti all'indentro delle sponde murate, creando così una banchina, più o meno ampia a seconda dei bisogni.

Anche questi argini vengono ricoperti, sulle scarpe interne, con impellicciature a secco, per porli al riparo da eventuali corrosioni; queste impellicciature si estendono alle volte anche sulle banchine, sino alla prima

sponda murata.

Gli scoli delle adiacenti campagne, ed i piccoli torrentelli che sboccano nel fiume, vengono muniti alla loro immissione di chiaviche, per impedire che le acque di piena abbiano a rigurgitare; chiaviche simili a queste, si dispongono ancora sulle arginature delle nuove inalveazioni, ed hanno un ufficio opposto alle prime, venendo aperte durante le piene, per immettere le acque torbide del fiume nei tronchi abbandonati, allo scopo di produrvi la colmata, e perciò appunto sono chiamate chiaviche di colmata o di bonifica.

Nulla di particolare presentano questi manufatti, costituiti da due robuste spalle in muratura, spaziate ad una distanza non maggiore di un metro, sorreggenti un archivolto.

Gli stipiti o gargami sono posti in corrispondenza del ciglio esterno dell'argine. La paratoia è di legno, fasciata con spranghe di ferro; altre spranghe pure di ferro, sono poste diagonalmente.

La manovra delle paratoie si eseguisce a vite, essendo unita la vite alla sommità della paratoia, e le madreviti su di un architrave in ghisa che direttamente appoggia sugli stipiti laterali, elevati 80 centimetri circa sopra

l'argine.

La sistemazione dell'Adige Trentino, non si estende semplicemente ai rettifili ed arginamenti dei quali sino a qui si tenne parola, ma ancora all'infrenamento dei torrenti, che dalle vallate laterali si riversano mano mano nel fiume.

Vere opere monumentali vennero eseguite a questo scopo nei vari corsi d'acqua che confluiscono nell'Adige,

fra i quali per la grande loro portata, per la forte quantità di materie che convogliano, meritano speciale menzione, il *Noce*, l'*Avisio*, il *Fersina*, e per ultimo il *Leno* che scaricasi a valle di *Roveredo*.

Fra questi vari torrenti non mi fu dato vedere che la sistemazione dell'Avisio e del Fersina, i due più importanti fra tutti per la sua grande portata il primo,

per la violenza irresistibile l'altro.

Il concetto che resse la sistemazione di questi grossi torrenti, si fu di rendere, mediante serre e traverse, meno pendente il letto nei loro ultimi tronchi, diminuendo così la violenza della corrente, rendendola meno atta al trasporto delle materie ed alle corrosioni, evitando in tal modo un eccessivo trasporto di materie pesanti nel fiume principale, materie che col loro accumularsi, ne alterano continuamente le condizioni, alzandone a monte della lero confluenza il letto, e creando vere sbarre trasversali al libero deflusso dell'acqua.

Questo modo d'infrenamento della maggior parte dei grandi torrenti che sboccano in Adige, temo non possa condurre ad una stabile sistemazione, e coll'andare del tempo, quando si saranno riempiti quei bacini creati dall'erezione delle serre, intestandosi i fondi alle sommità di queste, continuerà il deflusso con le pendenze primitive, e le materie che per un certo tempo furono trattenute da queste dispendiose opere, continueranno a valle a riversarsi nel fiume, se non si procede alla costruzione d'altre serre nell'interno della vallata; l'effetto quindi di questi lavori, dubito non sia che precario, ed obblighi ad una perenne spesa per continuarne i vantaggi.

Meglio per certo sarebbe stato il principiare l'infrenamento dei torrenti alla parte superiore, cominciando dai piccoli ruscelli, e mano mano discendendo, come credo stiasi ora operando nella vallata del Brenta, tanto dal Governo Austro-Ungarico, quanto dal nostro. Con questo sistema si raggiungono migliori vantaggi, e ci si può ripromettere una definitiva sistemazione; perchè impedendo a gran parte delle materie somministrate dai piccoli confluenti di immettersi nei torrenti maggiori, ben poca questi ne spingeranno lungo il loro corso; e serre di limitate dimensioni saranno sufficienti a trattenerle ed a moderare le pendenze; e briglie disposte a livello del fondo, o poco sopraelevate a questo, impediranno le corrosioni del letto.

S'aggiunga, che col sistema d'infrenamento usato nelle vallate dell'Adige, gli sbarramenti, per avere un'efficacia duratura per un certo tempo, devono assumere altezze eccessive, e quindi, oltre ad un forte dispendio, presentano un serio e continuo pericolo, riescendo incalcolabili i danni in un'eventuale loro rovina. Col sistema invece d'infrenamento da monte a valle, minori per certo riescono le spese di costruzione, e qualora anche alcune delle piccole serre avessero a cadere, ben più limitati ne seguono i danni, e mai non potranno estendersi al fiume principale, che più di tutto importa proteggere.

Nella vallata dell'Adige, alla sistemazione dei torrenti montani, va unito anche l'imboschimento, che ora in larga scala si sta eseguendo nelle regioni elevate, imboschimento che se fosse condotto da un unico concetto generale, la qual cosa, da quanto appresi da competenti Ingegneri Trentini, non è, non tarderebbe per certo a portare i suoi

utili effetti.

Lasciando da parte torrenti di minore importanza, i quali vennero più o meno sistemati, seguendo le regole che stabilirono l'infrenamento de' maggiori, accennerò semplicemente al cambiamento di corso che nel suo ultimo tratto si fece subire al Noce, per assegnarvi minori pendenze, obbligandolo a depositarvi la maggior parte delle

materie pesanti prima di riversarsi nel fiume.

Questo torrente (tav. III, fig. 1), che ha origine dai ghiacciai dell'Adamello presso il Tonale, e da quello del Corno dei tre Signori presso Peio, e che seguendo la ridente Valle del Sole, e la pittoresca Valle de' Non, fino dalla prima metà di questo secolo, sboccava nell'Adige di rimpetto a S. Michele, seguendo la linea di massima pendenza del proprio cono di deiezione, e riversando quivi perennemente un enorme volume di materie, che formava una forte sbarra al libero corso del fiume, creandovi rigurgiti a monte, tali da produrre frequenti spagliamenti nelle adiacenti campagne, non appena entrato nella vallata dell'Adige, venne piegato a destra, facendogli seguire, nell'alta campagna, un percorso di circa otto chilometri, e portandolo a sboccare nel fiume poco a monte dell'immissione dell'Avisio (tav. II).

Lungo questo percorso venne contenuto fra arginature, e tratto tratto attraversato da briglie che si elevano al livello del fondo per impedire scalzamenti, od abbassamenti

dello stesso.

Questo lavoro diminuendo per un così lungo tratto le pendenze del torrente, e cangiando il punto di sua confluenza, ha conseguito il doppio vantaggio, e di torre l'ingombro delle materie convogliate dal torrente nella località di S. Michele, di maniera che la corrente stessa del fiume, rimosso quel dosso che erasi prima formato, quivi non risente alcun rigurgito, ed il torrente, per la diminuita sua velocità, depone quella ghiaia, ciottoli e massi, che discendono dalle native vallate, e poche materie leggere e ghiaia riversa nel fiume.

Coll'aumentato percorso dell'ultimo tronco di questo torrente, in causa dell'enorme quantità di materie che quivi successivamente vennero ad accumularsi, si ebbe a risentire un alzamento del letto tale, da obbligare una corrispondente elevazione delle arginature, e dubito che conseguendone maggiori pendenze a valle, il felice esito ottenuto, coll'andare del tempo, venga, se non del tutto, in parte a scemare, avanzandosi le materie oltre il punto

di confluenza.

Uno per certo dei maggiori confluenti dell'Adige Trentino è l'Avisio (tav. III, fig. 1) che ha origine presso il paese Canezei, discende dai monti Blatto-Koff, Sasso Vernale e Contrin, e seguendo una stretta vallata, rivolta da Greco verso Libeccio, viene ad immettersi nell'Adige presso il paese di Lavis, posto non molti chilometri a monte della città di Trento.

Tortuoso e profondamente incassato nella sua parte superiore, a *Lavis*, dove interseca la spaziosa valle dell'Adige, forma il suo cono di deiezione, che presenta una lunghezza di oltre due chilometri su di un'ampiezza al

suo estremo di circa uno.

La forte e pressochè uniforme pendenza di questo torrente, che mediamente può ritenersi di 1¡60, le grosse sue piene che si elevano oltre i seicento metri cubi, producono un considerevole trasporto di materie, le quali sino a pochi anni or sono, oltrepassato il cono di deiezione, creavano uno sbarramento al libero deflusso delle acque del fiume, producendo pregiudizievoli rigurgiti ed alzamenti di letto.

Colla sistemazione generale dell'Adige, fu preso in seria considerazione il suo dannoso effetto, e studiato il modo di infrenarne il corso, impedendo il diretto trasporto nel fiume di massi e grosso materiale.

Il concetto che guidò questo infrenamento, si fu quello (tav. III, fig. 2) di stabilire un'alta serra ad un chilometro circa a monte del ponte di *Lavis* presso *S. Giorgio*, dove il torrente presentava un ampio bacino, sufficientemente esteso per raccogliervi una grande quantità di materie, le quali, intestatesi alla soglia dello sbarramento, diminuendo per un lungo tratto le pendenze a monte, oltre impedire il trasporto di materiale voluminoso, si oppongono ad ulteriori scalzamenti delle sponde laterali.

Ad impedire poi scalzamenti di fondo nel tratto di torrente posto a valle della serra, due briglie che si elevano al livello del fondo, vennero disposte, l'una in corrispondenza al *Pian di Castello*, l'altra al ponte di *Lavis*, avendo l'ufficio ancora la prima, di rigurgitare l'acqua, allo scopo di introdurne parte in un acquedotto per gran tratto scavato sulla sponda destra in galleria, e destinato

ad alimentare il paese di Lavis.

Questo progetto, che in gran parte devesi all'Ingegnere Superiore Kink, originariamente portava la deviazione dell'ultimo tronco del torrente dall'antico suo letto alluvionale, e incanalandolo fra sponde ristrette, portarlo a valle del viadotto della ferrovia, immettendolo nel letto dell'Adige, che ora col taglio Ischia-Wolchestein viene abbandonato, facendogli fare un maggior percorso, e destinando detto letto quale bacino di deposito delle materie.

Riconosciuto in seguito che tale disposizione non avrebbe portati duraturi vantaggi, perchè una volta riempito il vecchio alveo abbandonato, il fondo del torrente si sarebbe elevato, obbligando così ad alzare le arginature contenenti le piene, si stabilì di lasciare lo sbocco nell'attuale sua posizione, arginandone le sponde con arginature divergenti, le quali, intestate alle spalle del ponte di Lavis, terminano a quelle del viadotto della ferrovia, alla reciproca distanza di un chilometro (tav. II); infrenando, forse, mediante palizzate l'unghia estrema del cono di deiezione, e stabilendo per ultimo un continuo lavoro di bargagni nella località dell'immissione, per mantenere perennemente sgombro il letto del fiume dall'inevitabile avanzamento delle ghiaie e materie leggere.

Fra i lavori di questa sistemazione merita speciale menzione la serra di S. Giorgio (tav. III, fig. 3, 4 e 5) che misura la considerevole altezza di 19 metri, e costruita in pietra da taglio, con perfetti intendimenti sta-

tici, e con un certo lusso decorativo.

Questo lavoro venne disposto subito a valle di un ampio bacino creato dal torrente, là dove nuovamente seguiva con forti pendenze un profondo burrone. Radicato su due spalle rocciose discoste vicendevolmente circa m. 80, esso è costituito da un muraglione, con paramento interno verticale. e l'esterno avente la scarpa di un terzo di base per uno di altezza, disposto in pianta ad arco volgente la convessità a monte, con raggio di curvatura di m. 65.54, la sua grossezza in sommità è 4 metri, 10 in base, essendo il coronamento, per l'altezza di un metro, verticale.

A valle del muraglione, per la lunghezza di metri 9.75, segue un berma dello spessore di m. 3, al di là del quale è disposta una controserra alta m. 1,5, grossa m. 3,5, che ha lo scopo di formare sul berma un bacino chiuso, entro il quale rimanendo imprigionata dell'acqua, questa costituisce un cuscino liquido, atto ad attenuare, in parte, il diretto urto della caduta. Segue la controserra una gettata di grossi sassi, per un'estensione di m. 11, rattenuti da palafitte.

L'opera è profondamente incassata nel letto alluvionale del torrente per m. 8, là dove il terreno presentava rassicuranti resistenze; e ad impedire che il diretto trabocco dell'acqua dalla sommità del muraglione, avesse a creare scalzamenti sul fondo alluvionale, causa forse della rovina dell'opera, sulla sponda a destra venne aperto, nella viva roccia, un canale, avente la soglia due metri circa al disotto del coronamento, e che corre pressochè orizzontale per un certo tratto, e declinando quindi con forti pendenze viene a scaricarsi a valle del manufatto.

Sieno le fondazioni, come tutta l'opera interna della serra, vennero eseguite in muratura di porfido, ad opera incerta, con buoni cementi idraulici, il coronamento, il paramento esterno del muraglione, il lastricato del berma, il coronamento della controserra, in conci regolari di pietra calcare delle cave di *Trento*.

Due ordini di tombini, o luci di scarico, posti i primi a poco più di due metri sul fondo, i secondi a circa sei metri, servirono allo smaltimento dell'acqua durante l'esecuzione dei lavori.

L'accesso alla serra è ottenuto col mezzo di comode scale ricavate nella nuda roccia di sinistra, alle quali si arriva attraversando sentieri posti sulla sponda sinistra del burrone.

Altre scale, ricavate o disposte a sbalzo sulla roccia della spalla destra permettono l'accesso al fondo del burrone.

Gravi difficoltà s'ebbero a vincere per l'esecuzione di questo grandioso manufatto, dovendo portare quasi tutto il materiale a piede d'opera lungo il letto del torrente per la mancanza di comode vie.

Mediante una tura posta a monte, dell'altezza circa di due metri, e canali di scarico in legno, s'isolò dall'acqua lo spazio dove dovevasi lavorare, ed eseguite, non senza incagli ed interruzioni, le fondazioni, e poi un tratto di muraglione sino all'altezza di m. 2, dove venne disposto il primo ordine di tombini, si raccolsero le acque corrispondentemente a questi, conducendole mediante grondaie in legno al di là dell'opera per compiere il berma e la controserra. Lasciate quindi defluire le acque, continuò il rimanente lavoro, disponendo il secondo ordine di tombini, dopo del quale era intenzione otturare i primi. Ma l'ammasso di materie che durante i lavori si depositarono, ne resero impossibile la chiusura; visto però che già quasi naturalmente s'erano chiusi, non si fecero sforzi per raggiungere tale intento.

Lasciata quindi defluire l'acqua da questo secondo ordine di tombini, si proseguì l'opera sino al coronamento, e

l'apertura del canale laterale.

În breve tempo dopo compiuto il lavoro, il vasto bacino a monte si riempì di materie sino a raggiungere il livello della soglia del canale di scarico, diminuendo la pendenza del tratto a monte in modo, che attualmente in condizioni di magra, non vengono spinte avanti che ghiaie e materie leggere.

A tre chilometri circa a valle di Trento sbocca, sulla sponda sinistra dell'Adige, il torrente Fersina, il quale, se men copioso d'acqua in tempo di piena dell'Avisio, pure per la quantità di materie che convoglia, per la speciale sua disposizione rapporto alla città di Trento, per quest'ultima è certo più temibile del primo, e prova ne sieno i continui lavori chesi son fatti per porsi al riparo dalle irruenti sue piene.

Questo torrente ha origine ai laghi di Nardemol e del monte Pine, passa vicino a Pergine, e segue una vallata

pressochè parallela a quella dell'Avisio.

Rimonta ancora all'anno 1537 (1) la costruzione di una serra in prossimità di *Pontealto* (tav. III, fig. 6) che ne

(1) Dalla Relazione dei signori Ing. Appolonio ed Obrelli della Serra di Pont'Alto. — Trento, 1882.

assunse il nome, intenta ad infrenare la grande quantità di materia trascinata a valle dal torrente, con continua minaccia e frequenti danni di Trento.

Questa serra, che in quell'epoca venne costruita in legname, per ordine del Cardinale Bernardo Celsio, Principe di Trento, fu cinquanta anni dopo distrutta con grande pregiudizio e pericolo della città. Ricostruita in seguito per ordine del Cardinale Principe Madruzzi, in muratura, ebbe egual sorte nell'anno 1564, ed in tale rovina rimase per circa quarant'anni, sino a che negli anni 1611-12-13 venne rifabbricata tutta in pietra per opera di Giulio Smidel. Detta costruzione, se non del tutto, rovinò ancora nel 1686; ricostruita nuovamente, dalle pietre rimaste all'insù, con solido e ben composto legname, resistette felicemente sino all'anno 1747; e nel 1749 per cura di Bartolomeo Terracino di Solagna fu rifatta più solidamente in muratura.

Danneggiata successivamente in causa della mancanza di una solida copertura, fu quindi nuovamente ricostruita ed elevata per cura di Francesco Giacomelli nel 1752 e coperta superiormente con opera in legname. In questa epoca la serragliaraggiungeva i 15 passi trentini, m. 24.90, compresa la copertura in legname. Altra rovina di parte della serra s'ebbe nell'anno 1823, quantunque sembra che anche prima di quest'anno vi siano state parziali rovine. Questo danno fu riparato nell'anno 1824, alzando la serra di metri 3.98; un ulteriore alzamento si eseguì nell'inverno degli anni 1824-25; nel 1846, la Delegazione Fersinale deliberò un ulteriore alzamento di metri 1.89, che venne eseguito nel 1847; finalmente nel 1849 fu ancora alzata di metri 6.32, e per ultimo dopo il 1882 venne elevata dal-l'Ingegnere Sup. Obrelli, consolidandone le spalle laterali.

Nullastante l'opera grandiosa della serra di *Pontealto*, molte materie ancora il Fersina trascinava a valle, se non a diretto danno della città, però sempre a quello dell'Adige; d'onde si stimò opportuno di creare un maggior infrenamento a tutto il torrente, disponendo una serra detta di *Cantanghel*, un chilometro a monte dell'antica, dove allargandosi il letto del torrente, presentava un conveniente

bacino di deposito.

Altra serra, detta *Madruzza*, venne disposta ad 80 metri circa a valle di quella di Pontealto, intenta a spalleggiare questa, la di cui rovina, stante la sua esorbitante altezza, immensi danni causerebbe alla sottostante Trento, fabbricata sull'antico cono di deiezione del torrente. Finalmente una terza serra è disposta al ponte *Cornicchio*. Questa, più che all'infrenamento, che male si presterebbe in causa del ristretto bacino posto a monte, ha lo scopo di elevare l'acqua per introdurne parte nel canale industriale.

A valle del ponte Cornicchio, sino allo sbocco in Adige, il torrente corre fra sponde murate (tav. III, fig. 7), spaziate ad una reciproca distanza di 21 metri, tanto alte da

contenere le massime piene.

Per lungo tratto di questa sua parte inferiore, il torrente ha il suo fondo più elevato delle adiacenti campagne.

Sia l'antica serra di *Pontealto*, come le nuove opere eseguite, hanno raggiunto in gran parte lo scopo al quale erano destinate, tanto da potersi ritenere il torrente *Fersina* sistemato.

Serra di Pontealto. — La più antica serra destinata all'infrenamento del torrente Fersina, come si disse, è quella di Pontealto, che complessivamente misura la considerevole altezza di 47 metri (tav. III, fig. 11, 12, 13), ottenuta in varie riprese, come apparisce dal breve ragguaglio storico antecedentemente esposto.

Questa serra poggia su di un massiccio di dura roccia

calcare, per un'altezza di circa 7 m., sopra la quale principia il più antico muraglione eseguito da Giulio Smidel, d'uno spessore di circa 2 m., e mano mano salendo sino all'altezza di 17 m. sopra il basamento, la muratura è pressochè egualmente eseguita, a strati regolari di grossi massi di pietra squadrata di circa 4 m., essendo disposta in pianta l'opera ad arco, volgendo la convessità a monte.

In questo tratto vennero lasciati aperti due tombini posti a diverse altezze, destinati allo smaltimento delle

acque durante la costruzione.

In causa dell'incerta resistenza di questa prima parte, sembra che la *Delegazione Fersinale* procedesse all'alzamento del muro, appoggiando la nuova costruzione su di un archivolto, che direttamente scarica il peso sui robusti fianchi del monte.

Questo tratto di serra ha analoga curvatura della parte inferiore, ed uno spessore di 4 metri e mezzo, e termina superiormente, con una soglia che sporge dal paramento esterno, allo scopo, forse, di allontanare la caduta del-

l'acqua da questo.

Colla dotazione del Regolamento dell'Adige, si elevò poi nel 1850 la serra sino a raggiungere metri 34 sopra la fondazione, ossia metri 43 sul fondo del burrone. Questa ultima costruzione è analoga all'inferiore, ed ha uguale spessore, superiormente è disposto un coronamento di grossi massi, fortemente legati fra loro con grappe in ferro.

Dopo la disastrosa piena del 1882, oltre altri lavori, che in seguito esporremo, eseguiti a robustamento di questa antica serra, ne venne elevata la soglia ancora di 4 metri, meglio legandola alle spalle laterali fortemente

tormentate dalla corrente.

È singolare la disposizione del suo paramento esterno, che presenta uno strapiombo di circa cinquanta centimetri, e sembra eseguito ad arte, per allontanare il diretto urto

della cascata dal piede dell'opera.

Questa serra, che fu argomento di accurate ispezioni, per garantirsi della sua saldezza, fra le quali, per la diligenza con cui venne condotta, merita speciale menzione quella eseguita dagli Ingegneri: Appolonio del Municipio di Trento, ed Obrelli I. R. Ingegnere Superiore, nel giorno 11 marzo 1882, ha solidamente resistito al frequente infuriare del torrente in questo secolo, e per ultimo alla rottura della serra superiore di Cantanghel, avvenuta nel settembre 1882, sostenendo l'immensa quantità di materie da questa abbandonate al torrente.

Serra di Cantanghel. — Colla sistemazione dell'Adige nel 1854, si costruì la serra di Cantanghel (tav. III, fig. 7, 8, 9 e 10), ora accennata, corrispondentemente al primo forte che si incontra, seguendo la strada che da

Trento va a Pergine.

Questa serra è disposta a valle di un allargamento del Fersina, dove le sponde laterali nuovamente si ristringono, trattenendo così un'enorme quantità di materiale, che nel vasto bacino venne a depositarsi, diminuendo per una lunga estesa la pendenza del torrente, rendendolo incapace al trasporto di grossi materiali, ed infrenandone per questo tratto le sponde dirupate.

La sua sezione è la trapezia, con paramento interno verticale, e l'esterno a scarpa con la pendenza di circa m. 0,24 per metro; è alta 17 metri, grossa in sommità 4 m., ed 8 m. in base, disposta in pianta ad arco volgente la curvatura a monte, con raggio di m. 36,54. Il nucleo è in muratura cementizia, il paramento esterno e la soglia, in

pietra da taglio sagomata.

Sino all'epoca della piena del settembre del 1882, l'acqua direttamente si scaricava dalla sommità; ma essendo detta opera non solidamente imbasata, causa il fondo alluvionale sul quale direttamente poggia, ed unita solamente alle roccie laterali, le quali alla loro volta, perchè costituite da massi staccati, non presentavano una valida resistenza, durante la piena accennata, l'acqua infiltrandosi in causa l'enorme pressione, scavato il fondo, si fece strada sotto l'opera, convogliando seco l'immenso volume di materie raccoltesi nel vasto bacino superiore, minacciando seriamente la sottostante serra di *Pontealto*.

Il manufatto però in questa emergenza non sofferse grandi avarie, tranne qualche cedimento, tanto che mantenendolo nella stessa sua posizione dall'1. R. Ing. Superiore Obrelli venne in parte ricostruito, e solidificato per modo

che ora presenta la massima solidità.

Oltre ad una sottomurata di fondazione, si dispose a valle del muraglione un berma, per ovviare all'azione dell'urto prodotto dalla diretta caduta dell'acqua; ed in causa della limitata resistenza del terreno sul quale appoggia, si tolse questo diretto sbalzo, aprendo nella roccia della spalla sinistra un canale, che avendo origine a 16 metri circa a monte, con la soglia di poco depressa dalla sommità del muro, si scarica a valle.

Dopo avvenuto il disastro della serra di Cantanghel, essendosi di molto aumentata la preoccupazione sulla solidità della serra di Pontealto, la caduta della quale, come già si disse, sarebbe causa della rovina di Trento, a garanzia di questa, venne stabilito di disporre una controserra ad 80 m. a valle dell'antica, e che si elevasse a raggiungere un livello inferiore a questa di m. 10, diminuendo così il notevole sbalzo, dividendolo in due, l'uno della limitata altezza di m. 10, di m. 40,60 il secondo, creandovi altresì una valida controspinta al vecchio manufatto.

Serra Madruzza. — Questa serra fu eretta sul progetto dell'Ing. Depretis (tav. III, fig. 14, 15, 16), coadiuvato dall'I. R. Ing. Superiore Obrelli, e principiati i lavori nel novembre 1884 furono felicemente condotti a termine nel 1886, dovendosi vincere grandissime difficoltà.

Stante l'irregolare disposizione dello stretto burrone dove veniva eretta quest'opera, il fondo del quale non corrisponde verticalmente coll'imboccatura superiore, la disposizione in pianta del lavoro, seguendo la consueta norma dell'arco di curvatura rivolto a monte, è costituita da vari archi, corrispondenti ai successivi strati, con centri diversi.

Il paramento esterno è verticale, se ne togli alcune ri-

seghe dovute alle varie curvature.

Di diverso spessore è l'opera procedendo dal basso all'alto. La base che direttamente appoggia sul nudo scoglio resistentissimo, ha lo spessore di metri 5,5, spessore che conserva sino ad un'altezza di metri 18, dopo la quale si riduce a metri 5,30 per un'altezza di m. 9, per discendere successivamente a m. 4.3-4-3.5 nelle parti superiori.

L'opera è costruita tutta mediante conci di pietra da taglio sagomati a cunei, seguendo la direzione dei raggi di curvatura, e superiormente la soglia o coronamento viene formato da un archivolto, per una lunghezza di 6 metri a valle del paramento esterno, destinato a portare lo sbalzo dell'acqua ad una certa distanza dal piede dell'opera, evitando così le inevitabili corrosioni sul fondo e sui fianchi.

Quest'arco direttamente appoggia su due spalle murali unite alla roccia, e questa muratura, con paramenti esterni paralleli, si eleva per 4 metri sopra il coronamento, per impedire eventuali corrosioni sulle sponde dirupate. Nella spalla destra dell'archivolto su menzionato, è ricavata una scala a chiocciola dalla quale si discende ad un comodo ballatoio, sito sul paramento esterno della serra, alla profondità di 3 metri dall'imposta dell'arco stesso. Col mezzo poi d'altra scala a piuoli in ferro, che ha origine a questo ballatoio, si accede ad un secondo, posto inferiormente; ed all'intento di rendere praticabile per tutta la sua altezza il paramento esterno, tratto tratto, sono disposti dei mensoloni, dove facilmente si possono collo-

care dei palchi provvisori.

La difficile disposizione del burrone dove dovevasi costruire la serra, e l'inaccessibilità del suo fondo, obbligarono per l'esecuzione dell'opera, a costruire un ponte in legno a 40 metri circa a valle, poggiato sui fianchi rocciosi, ad un'altezza di circa 70 metri dal torrente, mediante il quale si portò il materiale, facendolo discendere col mezzo d'altri ponti di servizio sino al fondo; dove praticata a monte una tura, si diede mano alla costruzione murale, sino a raggiungere l'altezza di quest'ultima, alla quale disposto un tombino, questo servì per l'ulteriore smaltimento dell'acqua, sino a che il lavoro si sopraelevò ancora per 10 metri, dove altro tombino venne a sostituire l'ufficio del primo, il quale si chiuse col mezzo di una paratoia disposta a monte, e quindi venne accuratamente riempito il vano con muratura cementizia.

Analogamente procedette il lavoro sino alla sommità, e la ben condotta esecuzione dell'opera, le buone condizioni di stabilità, e la resistenza del materiale impiegato, rassicurano della sua solidità, garantendo così ogni pericolo

d'eventuale cedimento dell'antica serra superiore.

L'infrenamento dei due principali torrenti, dei quali si tenne sino ad ora parola, venne seguito anche per torrentelli minori, fra i quali devesi ricordare il *Leno* che sbocca a valle di *Roveredo*, dove alcune serre ne trattengono le grosse materie, non permettendo che a sole poche ghiaie l'ingresso nel fiume *Adige*.

Le opere eseguite per questi, non differendo però di molto da quelle erette a difesa dell'Avisio e del Fersina, mi dispensano da ulteriormente prolungare questi miei

semplici appunti di viaggio.

Padova, 14 novembre 1889.

IDRAULICA PRATICA

LA TEORIA DELL'ARIETE IDRAULICO IN CORRELAZIONE AI SUOI PERFEZIONAMENTI ED ALLE SUE APPLICAZIONI.

L'ariete idraulico, concepito in massima dall'orologiaio inglese Whithurst nel 1772 e reso automatico dal Montgolfier nel 1796, non ha certo in uno spazio di tempo di circa un secolo guadagnato molto terreno di fronte alle altre macchine elevatorie, quantunque presenti delle prerogative molto vantaggiose. In alcuni paesi questa macchina è quasi del tutto sconosciuta, ed io credo pure che da noi i nostri costruttori di macchine non abbiano occasione di costruirne. Ma al di là delle Alpi, massime in questi ultimi anni,

Ma al di là delle Alpi, massime in questi ultimi anni, l'ariete idraulico ha cominciato a diffondersi notevolmente.

All'Esposizione universale di Parigi dell'auno passato molti costruttori di pompe tenevano anche in mostra alcuni di questi apparecchi, e nella sezione delle macchine elevatorie posta sulle sponde della Senna si vedevano funzionare parecchi arieti.

Fra le diverse Case che esponevano arieti idraulici dobbiamo ricordare: i signori Pilter esponenti l'ariete idraulico sistema Douglas, Durozoi, Samain et C., Beaume, Silver e

Deving à Salem (Londra), The Goulds Manufacturing Co. à Seneca Falls (New-York), e finalmente i signori Bollée padre e figlio.

Da un dettagliato catalogo fornitori da quest'ultima Casa ricaviamo che a principiare dal 1858 al 1868 il numero degli impianti è stato di 105, negli anni 1868-78 di 256 e negli anni 1878-88 di 286. Il che dà un totale di 645 impianti eseguiti da detta Casa nel corso di trenta anni.

L'importanza ognor crescente che l'ariete idraulico acquista nel campo industriale ci ha invogliato a fare sul medesimo alcuni studi teorici e a consultare i risultati dell'esperienza per poter venire ad un giusto apprezzamento sul valore

intrinseco dell'apparecchio.

Teoria dell'ariete. — L'ariete idraulico è una macchina destinata ad innalzare l'acqua impiegando l'energia cinetica di una colonna d'acqua in movimento. Esso risulta in generale di un condotto cilindrico AB (fig. 13) detto il corpo d'ariete, il quale parte dal serbatoio d'alimentazione A e ripiegandosi prima orizzontalmente, e poi di nuovo verticalmente, va a sboccare in un recipiente d'aria B. Dalla parte inferiore di detto recipiente si spicca un tubo t che conduce l'acqua a destinazione utile nel serbatoio superiore F.

Sul corpo dell'ariete ed a prossimità della campana trovasi la valvola d'arresto C ed all'estremità del detto corpo d'ariete

la valvola di ritenuta B.

L'acqua motrice scorre pel tubo AC ed esce dall'orificio C con velocità sempre crescente. La valvola C tende per il proprio peso a restar aperta, ma l'azione impellente dell'acqua, la quale è funzione della velocità della medesima, tende a chiuderla. Se il peso della valvola è ben proporzionato giunge un istante in cui l'azione dell'acqua predomina sul peso e la valvola si chiude. Allora l'intera colonna idrica che trovasi in moto nel corpo dell'ariete, essendo chiusa l'uscita C, si precipita verso la campana B e quivi introducendosi comprime l'aria fino a che non abbia esaurito tutto il lavoro disponibile che essa possedeva sotto forma di energia cinetica.

Evidentemente, a regime stabilito tanta è l'acqua che nell'unità di tempo entra nella campana, tanta è quella che sbocca nel serbatoio superiore; quindi come essetto sinale nel sunzionamento dell'ariete abbiamo una certa quantità d'acqua che dal serbatoio alimentatore A passa al serbatoio

superiore F.

Non appena estinta la propria velocità, la colonna idrica sotto l'azione predominante della pressione esistente nella campana prende un movimento in senso retrogrado. In seguito a questo movimento retrogrado si chiude la valvola di ritenuta B e quindi immediatamente si apre la valvola d'arresto C. Allora ricomincia l'efflusso per l'orificio C e così di seguito.

Per potere bene analizzare il funzionamento dell'ariete conviene anzi tutto studiare il movimento della valvola di

arresto.

Il movimento della valvola d'arresto è così rapido che è impossibile di determinarlo con dettaglio senza ricorrere a

mezzi particolari di osservazione.

L'Eytelwein, a cui si devono i primi studi di carattere totalmente pratico, eseguiti sugli arieti idraulici nel 1804, immaginò a questo scopo un apparecchio del tutto simile all'indicatore di Watt. Alla parte superiore della valvola d'arresto era fissa una matita disposta orizzontalmente in modo che la sua punta tracciasse sopra una lista di carta, che le si avvicinava durante il giuoco della valvola, una linea verticale la cui lunghezza era uguale all'ampiezza della corsa. Durante l'esperimento la lista di carta si moveva orizzontalmente con una velocità costante nota. A causa del moto della valvola si ottenevano così delle traccie leggere dei diversi periodi del movimento che si voleva studiare. Le lunghezze della striscia di carta passate uniformemente davanti alla matita essendo proporzionali ai tempi, davano le ascisse di una curva di cui le ordinate, prese a partire dalla posizione più bassa della valvola, erano le altezze di elevazione di questa valvola.

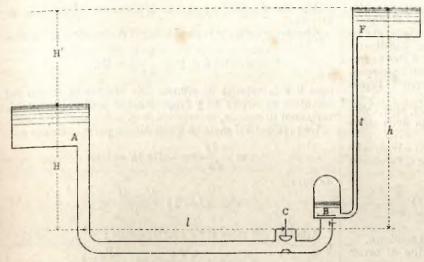
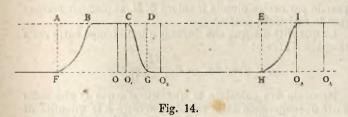


Fig. 13.

Nella figura 14 è rappresentata in grandezza naturale una delle curve ottenute con l'apparecchio ora descritto. In que-sta figura AF = DG = EH rappresenta la corsa o alzata totale della valvola. Se supponiamo di partire dal punto A in cui la valvola trovasi aperta, la distanza AB ci rappresenta la durata dell'ascensione, BC la durata della chiusura, CD la durata della discesa, DE la durata dell'apertura.



Per dare un'idea della velocità con cui si seguono i colpi d'ariete facciamo osservare che la durata di un battimento, rappresentata nella figura dalla lunghezza AE, era nelle esperienze eseguite dall'Eytelwein compresa tra uno e due secondi.

Noi cominceremo a considerare il moto della colonna idrica nel corpo dell'ariete dall'istante in cui, esaurita la propria energia cinetica, comincia il movimento retrogrado. Questo istante nella sunnominata figura corrisponderà ad un punto O posto un poco avanti all'istante C in cui comincia la discesa della valvola d'arresto. Il moto retrogrado prodotto dalla pressione predominante del recipiente d'aria è accelerato per un tempo $t_1 = 00$, durante il quale avviene la chiusura della valvola di ritenuta. Chiusa la valvola di ritenuta, cessando l'azione della pressione acceleratrice, il moto diviene ritardato, finchè dopo un certo tempo $t_1 = 0_1 0_2$ la colonna idrica si riduce alla quiete. Da quell'istante l'acqua, sotto l'azione della carica del serbatoio d'alimentazione, prende un moto accelerato ed esce dall'orificio aperto della valvola d'arresto. Il periodo di efflusso a luce aperta dura sino al punto H nel quale istante la valvola d'arresto comincia a chiudersi. Se la valvola nel chiudersi non seguisse il moto dell'acqua, la restrizione graduale della luce di efflusso metterebbe in giuoco delle resistenze speciali, per cui sarebbe necessario considerare separatamente il moto dell'acqua nel tempuscolo El. Ma la valvola segue sensibilmente il movimento dell'acqua, e come si vede dalla figura, la velocità della valvola va rapidamente crescendo, di modo che può ritenersi che varea la come differente con la come dell'acqualità della valvola valvola valvola valvola della valvola valvol che verso la fine della corsa detta velocità sia poco differente dalla velocità dell'acqua che la spinge. Ciò porta che l'acqua non è costretta se non in minima parte a passare attraverso una sezione che si va sempre più restringendo. Dunque, se facciamo astrazione dal peso attivo della valvola, nessuna nuova sensibile resistenza entra in campo durante l'ascensione della valvola. Possiamo quindi supporre senza molto dilungarci dal vero che il periodo di efflusso duri per un tempo t=0,0sino all'istante O3 vicinissimo al punto I. Da quell'istante comincia immediata-mente il periodo successivo in cui la colonna idrica trasformando la propria energia cinetica riducesi in quiete nel punto 0, dopo un tempo t' = 0, 0.

Noi passeremo in rivista il movimento della colonna idrica durante i successivi tempuscoli $t_1 t_2 t t'$ che nel loro insieme formano il ciclo completo e la cui somma rappresenta la durata di un hattimento. Sia: H l'altezza di caduta, ossia la dif-

ferenza di livello tra il pelo del recipiente d'alimentazione e l'orificio di ef-

flusso della valvola d'arresto,

h l'altezza totale d'innalzamento, ossia il dislivello tral'orificio di efflusso della valvola d'arresto ed il serbatoio

superiore, h' la pressione in colonna d'acqua esistente nella cam-

pana d'aria,

a la sezione del tubo. Riterremo il tubo a sezione costante e supporremo inoltre che l'orificio della valvola d'arresto e l'orificio della valvola di ritenuta offrano una luce lihera, tenuto conto della contrazione della vena, uguale alla sezione del tubo,

l la lunghezza del corpo dell'ariete, II il peso specifico dell'acqua, g il noto valore della gravità,

t il tempo,

v la velocità della molecola d'acqua che si considera ad un istante qualsiasi,

x lo spazio percorso dalla molecola nel tempo t, m la massa della colonna idrica che trovasi nel con-

dotto.

La colonna d'acqua contenuta nel condotto dopo avere esaurito la propria energia cinetica ed essersi ridotta alla quiete, trovasi soggetta ad una forza II a (h'—H). Questa forza agisce sulla medesima per tutto il tempo che impiega a chiudersi la valvola di ritenuta, e le imprime un moto uniformemente accelerato.

Per le notazioni antecedenti l'equazione del moto risulta:

$$m \frac{v \, d \, v}{d \, x} = \Pi \, a \, (h' - H)$$

e per essere

$$m = \frac{\Pi \ a \ l}{g}$$

$$\frac{v^*}{2} = g \frac{(h' - H)}{l} \ x.$$

Dalla quale integrando una seconda volta si ha per il tempo totale corrispondente al primo periodo:

$$t_{i} = \sqrt{\frac{2 x_{i} l}{g (h' - H)}}.$$

Dove x_i rappresenta l'alzata della valvola di ritenuta al momento in cui la colonna idrica comincia il movimento retrogrado.

All'istante in cui finisce a chiudersi la valvola di ritenuta, l'acqua possiede la velocità v_i , e per la propria inerzia seguita a muoversi per uno spazio dato dalla relazione:

$$\frac{v_{i}^{2}}{2} = \frac{g H}{l} x_{i} = \frac{g (h' - H)}{l} x_{i}.$$

La quantità totale d'acqua che durante il moto retrogrado esce dal recipiente superiore risulta:

$$q_0 = a (x_1 + x_2) = a \frac{h'}{H} x_1.$$

Non appena avvenuta la chiusura della valvola di ritenuta. il moto retrogrado della colonna idrica produce al disotto della valvola d'arresto una diminuzione di pressione, che ne determina immediatamente l'apertura. Siccome d'ordinario il movimento d'apertura è rapidissimo, da uno a cinque minuti terzi, come può vedersi dalle esperienze dell'Eytelwein, possiamo ritenere che l'efflusso cominci dopo avvenuta l'apertura completa della valvola.

Ridotta a zero la velocità della colonna d'acqua, essa, sollecitata dal carico H, prende un moto accelerato nella dire-

zione da monte a valle.

Tenendo conto degli attriti, della perdita di carico allo sbocco e della velocità di efflusso, l'equazione differenziale del moto dell'acqua nel condotto risulta:

(1)
$$m \frac{v dv}{dx} = \Pi a H - \Pi \beta c l v^2 - \Pi a (\mu + 1) \frac{v^3}{2g}$$

c è il perimetro della sezione normale del condotto, u un coefficiente corrispondente alla perdita di carico allo sbocco.

Dall'equazione predetta si ottiene:

$$dx = \frac{l}{gH - \lambda z} dz,$$

dove:

$$\lambda = \frac{2gc\beta l}{a} + \mu + 1; \quad z = \frac{v^2}{2};$$

Integrando con la condizione che per x = 0 si abbia v = 0si ottiene:

$$x = \frac{l}{\lambda} \log_{\theta} \frac{g H}{g H - \lambda z}$$

Detta v_o la velocità alla fine del periodo che si considera, x' la x corrispondente si avrà:

(2)
$$x' = \frac{l}{\lambda} \log_e \frac{H}{H - \lambda H_0}$$

quando si indichi con Ho l'altezza d'acqua capace di produrre la velocità v_0 .

Per determinare il tempo si ha in generale la formola:

$$v = \frac{dx}{dt} = \sqrt{\frac{2gH}{\lambda} \left(1 - e^{-\frac{\lambda x}{l}}\right)}$$

La quale integrata e risoluta rispetto a t dà:

$$t = \frac{l}{\sqrt{2g\lambda H}} \log_{\epsilon} \frac{1 + \sqrt{\frac{\lambda H_{o}}{H}}}{1 - \sqrt{\frac{\lambda H_{o}}{H}}}$$

dove ad x si è sostituito il valore dato dalla (2). La quantità d'acqua che esce nel tempo t dalla valvola d'arresto è :

$$q = a x' = a \frac{l}{\lambda} \log_e \frac{H}{H - \lambda H_0}$$

Nei primi istanti del moto i termini contenenti il quadrato della velocità, che entrano nell'equazione (1), sono trascu-rabili di fronte agli altri, quindi se il valore massimo della velocità o, se vogliamo H_o, si mantiene molto piccolo di fronte ad H, il moto dell'acqua nel condotto può assimilarsi ad un moto uniformemente accelerato, in tal caso si ha dalla (1):

$$dx = \frac{l}{g \text{ H}} dz ; \quad x = \frac{l}{\text{H}} \cdot \frac{v^2}{2g} ; \quad x' = \frac{l \text{ H}_0}{\text{H}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 l x'}{g \text{ H}}} = \frac{l}{\text{H}} \sqrt{\frac{2 \text{ H}_0}{g}}$$

$$q = ax' = a \frac{l \text{ H}_0}{\text{H}} \cdot$$

Alla fine del tempo t avviene la chiusura della valvola di

Riteniamo costante la pressione nel recipiente d'aria e sia:

$$p = \Pi\left(h + y + \frac{V^2}{2g}\right) = \Pi h',$$

dove V è la velocità di efflusso alla sezione di sbocco nel serbatoio superiore ed y rappresenta le perdite per attriti, variazioni di sezione, contrazioni, ecc.

L'equazione del moto in quest'ultimo periodo risulta:

$$m \frac{vdv}{dx} = - \Pi a (h' - H);$$

da cui:

$$v^2 = v_0^3 - 2g - \frac{h' - H}{l} x.$$

Alla fine del moto si ha v = 0; donde:

$$x'' = \frac{v_0^2 l}{2g(h' - H)} = \frac{l H_0}{h' - H};$$

il tempo corrispondente è

$$t'=\frac{l}{h'-H}\sqrt{\frac{2H_0}{g}},$$

od anche:

$$=\frac{l}{h-H}\sqrt{\frac{2H_0}{g}};$$

quando per essere piccolo il valore di Ho si possano trascurare le resistenze passive.

La quantità d'acqua che durante questo tempo entra nella campana d'aria è:

$$q' = a x'' = a \frac{l H_0}{h' - H}$$

Possiamo ora calcolare la quantità d'acqua Q che nella unità di tempo esce dalla valvola d'arresto e la quantità di acqua Q' che nella stessa unità di tempo sale al serbatoio superiore.

Sarà evidentemente:

$$Q = \frac{q}{T} ; \quad Q' = \frac{q' - q_0}{T};$$

$$T = t_1 + t_2 + t + t'.$$

dove:

è la durata del battimento.

Nel caso che si lasci prendere all'acqua una velocità poco inferiore alla velocità massima corrispondente all'altezza di caduta, i tempi t_1 t_2 e t' sono trascurabili di fronte a t, come pure q_0 è trascurabile di fronte a q'.

Le portate unitarie divengor

$$Q = a \frac{\frac{1}{\lambda} \log_e \frac{H}{H - \lambda H_0}}{\frac{1}{\sqrt{2g \lambda H}} \log_e \frac{1 + \sqrt{\frac{\lambda H_0}{H}}}{1 - \sqrt{\frac{\lambda H_0}{H}}}}$$

$$Q' = a \frac{\frac{H_0}{h' - H}}{\frac{1}{\sqrt{2g \lambda H}} \log_e \frac{1 + \sqrt{\frac{\lambda H_0}{H}}}{1 - \sqrt{\frac{\lambda H_0}{H}}}}$$

Quest'ultima può anche scriversi

$$Q' = a \frac{H}{H'} \sqrt{2gH} \frac{\phi^*}{\log_{\epsilon} \frac{1+\phi}{1-\phi}}$$

$$\lambda = 1$$
; $\phi = \sqrt{\frac{H_0}{H}}$

ed H' = h - H è l'altezza utile di sollevamento, ossia il dislivello tra il serbatoio d'alimentazione ed il serbatoio supe-

Queste formole sono indipendenti dalla lunghezza del condotto, o per meglio dire l'influenza della lunghezza non si fa sentire che sul coefficiente d'attrito λ .

Il valore di Q' diventa zero per $H_0 = 0$ e per $H_0 = \frac{H}{\lambda}$.

Se per trovare il valore massimo di Q' si uguaglia a zero la derivata di Q' rispetto a ϕ si ha l'equazione:

$$\log_e \frac{1+\phi}{1-\phi} - \frac{\phi}{1-\phi^2} = 0$$
,

alla quale soddisfa con molta approssimazione $\phi = 0.8$. Donde si ha:

$$H_0 = 0.64 \, H$$
 ; $Q'_{max} = 0.29 \, a \, \frac{H}{H'} \sqrt{2g \, H}$.

Però questo valore di H, dà al rendimento, come vedremo in seguito, un valore troppo piccolo in guisa che val meglio rinunciare al piccolo vantaggio di avere per tal mezzo una portata maggiore ed, in vista di un migliore rendimento, far si che Ho non rappresenti che una piccola frazione di H

In tal caso, come già si disse, il moto dell'acqua nel condotto può considerarsi come uniformemente accelerato. Avremo quindi per la durata del battimento:

$$\begin{split} \mathbf{T} = & \sqrt{\frac{2x_{1}l}{g(h' - \mathbf{H})}} + \sqrt{\frac{2l(h' - \mathbf{H})}{g\mathbf{H}^{2}}} \, x_{1} \\ & + \frac{l}{\mathbf{H}} \sqrt{\frac{2\mathbf{H}_{0}}{g}} + \frac{l}{h' - \mathbf{H}} \sqrt{\frac{2\mathbf{H}_{0}}{g}}. \end{split}$$

Se si trascurano i primi due tempi in confronto agli altri si ha semplicemente

(3)
$$T = l \sqrt{\frac{2 H_0}{g}} \left(\frac{1}{H} + \frac{1}{h' - H} \right)$$

A causa di queste semplificazioni le portate unitarie di-

$$Q = \frac{\frac{a \, l \, H_0}{H}}{l \sqrt{\frac{2 \, H_0}{g}} \left(\frac{1}{H} + \frac{1}{h' - H}\right)} = \frac{H'}{H' + H} \cdot \frac{a}{2} \sqrt{2 g \, H_0}$$

$$Q' = \frac{\frac{a \, l \, H_0}{h' - H}}{l \, \sqrt{\frac{2 \, H_0}{g} \left(\frac{1}{H} + \frac{1}{h' - H} \right)}} = \frac{H}{H' + H} \cdot \frac{a}{2} \sqrt{\frac{2 \, g \, H_0}{2 \, g \, H_0}}$$

dove facendo astrazione dalle resistenze secondarie si è

Dalle ultime equazioni si ha:

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{H'}{H}$$

Quindi se non si avessero perdite di sorta, ossia se il ren-dimento fosse uguale all'unità, le portate Q e Q' sarebbero in ragione inversa delle altezze corrispettive.

Dividendo il lavoro utilizzato Q'H' pel lavoro motore QH otteniamo pel rendimento della macchina:

(6)
$$R = \frac{Q'H'}{QH} = \frac{\frac{H_0 H'}{h' - H} - \frac{h'H'}{H \iota} x_{\iota}}{\frac{H}{\lambda} \log_{\theta} \frac{H}{H - \lambda H_0}}$$

che può anche scriversi:

(7)
$$R = \frac{\alpha H_0 - b}{c \log_e \frac{c}{c - H_0}}$$

dove:

$$\alpha = \frac{\mathrm{H'}}{h' - \mathrm{H}} \; ; \; b = \frac{h' \mathrm{H'}}{\mathrm{H} \, l} \; x_i \; ; \; c = \frac{\mathrm{II}}{\lambda}$$

Il valore di R diventa zero per

$$H_0 = \frac{H}{\lambda}$$
 e per $H_0 = \frac{h'(h' - H)}{H l} x_1$

Fra questi due valori di H_0 ne esiste uno per il quale si ha R massimo. Uguagliando a zero, nella (7), la derivata di R rapporto ad H_0 si ha per la condizione di massimo:

(8)
$$\alpha \log_{\theta} \frac{c}{c - H_0} - \frac{H_0 - b}{c - H_0} = 0$$

per
$$\alpha = 1$$
 ; $b = 0$; $c = H$

$$\log_{\theta} \frac{H}{H - H_{0}} - \frac{H_{0}}{H - H_{0}} = 0,$$

la quale è soddisfatta per $\frac{H_0}{H} = 0$.

Da ciò deduciamo che per avere un buon rendimento conviene dare ad $\frac{x_0}{I}$ e ad H_0 i valori minimi possibili.

Il limite inferiore di H_0 è dato dalla portata Q' che si ha in animo di ottenere, giacchè facendo $H_0 = 0$ si ha una portata nulla. La portata massima, come si è veduto, corrisponde ad $H_0 = 0.64$ H.

Posto questo valore nella formola del rendimento, nella

quale si ritiene h = h', $\lambda = 1$ ed il termine $\frac{h' H'}{H I} x$, trascurabile di fronte agli altri, si ha:

$$B = 0.6264$$

In realtà il rendimento è sempre inferiore a questo valore, specialmente quando la velocità di efflusso sia un poco notevole, giacchè in tal caso i termini da noi trascurati assumono dei valori sensibili.

Conviene quindi, come già si è accennato, tenere Ho molto

piccola di fronte ad H.

Per avere un'idea dei valori che praticamente sogliono darsi ad H_o basta ricorrere all'equazione (4) dalla quale si ha:

$$\mathbf{H}_o = \left(\frac{\mathbf{Q}}{a}\right)^2 \frac{2}{g} \left(1 + \frac{\mathbf{H}}{\mathbf{H}'}\right)^2$$

Se sostituiamo in questa formola i dati corrispondenti ad una esperienza dell'Eytelwein nella quale si aveva:

$$Q = \frac{103^{\text{litri}}}{60 \times 1000}; \quad a = 0, \text{m} 002713$$

$$\frac{\text{H}}{\text{H}'} = 0.24 \quad ; \quad \text{H} = 3.995$$

si ottiene $H_o=0.1012$. H_o è circa la quarantesima parte di H. Quando la velocità dell'acqua nel condotto è molto piccola di fronte alla velocità massima corrispondente all'altezza di caduta, si può considerare il moto come uniforme-mente accelerato e introdurre nella formola del rendimento le semplificazioni predette. In tal caso si ha:

(9)
$$R = 1 - \frac{H'}{l} \frac{x_1}{H_0} \left(1 + \frac{H'}{H} \right)$$

Un accordo assai soddisfacente esiste tra i risultati sperimentali ottenuti dall'Eytelwein e le formole generali da noi trovate.

Influenza del peso della valvola d'arresto sul rendimento. - Secondo le esperienze di Eytelwein, il rendimento diminuisce notevolmente a seconda che si aumenta il peso della valvola d'arresto, diminuisce pure rapidamente il numero dei battimenti; ed i volumi d'acqua, ossia le portate Q e Q', crescono in senso inverso.

Per tirare queste conseguenze dalle formole predette consideriamo il movimento d'ascensione della valvola d'arresto.

Senza molto discostarsi dalla realtà possiamo ritenere questo movimento come uniformemente accelerato. Sia:

e la corsa della valvola, ω la sezione della camera della valvola fatta normal-

mente alla velocità dell'acqua,

A l'area della faccia superiore della valvola, che assimileremo ad una placca sottile interposta ad una corrente cilindrica e perpendicolare a questa corrente,

P il peso attivo della valvola,

u la velocità dell'acqua nella camera della valvola all'i-

stante in cui la valvola comincia a chiudersi.

All'istante in cui la valvola comincia a chiudersi si avrà:

$$P = \Pi A K \frac{u^2}{2g}$$

dove K è un coefficiente numerico dipendente dalla forma

dell'apparecchio.

Se diciamo u la velocità dell'acqua all' istante in cui la medesima finisce a chiudersi (la quale velocità, come si accennò in antecedenza, può approssimativamente confondersi con la velocità dell'acqua nello stesso istante) e t la durata dell'ascensione, si ha:

$$t=\frac{2e}{u_0}$$

Stante la piccolezza del tempo t possiamo considerare il movimento dell'acqua nel condotto in questo intervallo come uniformemente accelerato.

Dette v e v_{\circ} le velocità dell'acqua al principio ed alla fine

del tempo t si avrà:

$$v_0 = v + \frac{g H}{l} t$$

Si ha inoltre per la continuità della massa fluente:

$$v = \frac{\omega}{a} u = \frac{\omega}{a} \sqrt{\frac{2 g P}{\prod A K}}; \qquad u_0 = \frac{a}{\omega} v_0$$

Sostituendo si ottiene:

$$v_0 = \frac{\omega}{2a} \sqrt{\frac{2gP}{\Pi AK}} + \sqrt{\frac{2egH\omega}{la} + \frac{gP\omega^2}{4\Pi AKa^3}} = 2\sqrt{\frac{gH_0}{2}}$$

$$H_0 = \frac{\omega}{a} \left[\frac{\omega P}{2 \pi a A K} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{4 e P H \omega}{\pi A K l a} + \left(\frac{P \omega}{\pi A K a}\right)^2} + \frac{e H}{l} \right].$$

Dunque col crescere del peso P della valvola cresce il valore di Ho e siccome si è trovato che al crescere di Ho diminuisce d'ordinario il rendimento, resta provato conforme-mente all'esperienza che un aumento nel peso della valvola debba portare d'ordinario una riduzione nel rendimento. Diciamo d'ordinario, perchè se il valore di P e quindi di H_o scende al di sotto di un certo limite, ogni ulteriore diminu-

zione di P produce una diminuzione nel rendimento.

Al contrario un aumento di P e quindi di H_e allunga la durata del battimento ed aumenta le portate Q e Q' come risulta immediatamente dalle formole (3) (4) (5).

L'ultima formola (10) fa vedere che l'aumento nella corsa

e porta egualmente una diminuzione nel rendimento. L'Eytelwein trovò nelle sue esperienze che il rendimento era massimo quando l'alzata era tale da lasciare un'apertura appena sufficiente al passaggio dell'acqua.

Influenza della lunghezza del condotto sul rendimento. -Le formole che danno il rendimento e la portata ci fanno vedere che quando non si tenga conto delle resistenze d'attrito è sempre conveniente di dare ad l il valore massimo possibile.

Dobbiamo però notare come al funzionamento dell'apparecchio sia necessario non solo l'esistenza del moto retrogrado, ma che questo moto si compia con una sensibile velocità. Essendo v, la velocità massima del moto retrogrado all'istante in cui finisce a chiudersi la valvola di ritenuta, perchè abbia luogo il funzionamento della valvola d'arresto dovrà essere il valore di v1 superiore ad un certo limite vmin; doyrà quindi aversi:

$$v_{\scriptscriptstyle \rm I} = \sqrt{\frac{2\,g\,(h'-{\rm H})}{l}\,\,x_{\scriptscriptstyle \rm I}} = v_{\rm min.}$$

od anche:

$$\sqrt{\frac{2g \text{ H}'}{l}} x_i = v_{\min}.$$

Sarà perciò necessario che tra l, H' ed H, qualora x_1 sia funzione di quest'ultima quantità, esista una certa relazione, affinchè sia possibile far funzionare l'apparecchio.

Eytelwein consiglia la formola empirica seguente :

$$l = H' \left(1 + \frac{0.628}{H} \right).$$

Influenza sul rendimento del rapporto $\frac{H'}{H}$ tra l'altezza di sollevamento e l'altezza di caduta. — I risultati delle nu-merose esperienze eseguite dall'Eytelwein concordano nel dimostrare che il rendimento dell'ariete diminuisce assai rapidamente a misura che cresce il rapporto $rac{\mathbf{n}}{\mathbf{H}}$ tra l'altezza di sollevamento e la caduta. Questi risultati sono approssi-mativamente rappresentati dall'equazione:

$$R = 0,258 / 12,80 - \frac{H'}{H}$$

Le formole (6) (9) fanno vedere l'influenza del predetto rapporto nello stesso senso. Non è però possibile fare un confronto esatto tra la formola empirica dell'Eytelwein e le nostre formole generali. Variando il rapporto $\frac{H}{H}$ variano di conseguenza tutte o in parte le quantità x_1 H_o l H ed H', e perchè fosse possibile un confronto sarebbe necessario per ciascuna esperienza conoscere i valori delle quantità suddette. I risultati sperimentali lasciatici dell' Eytelwein non

sono sufficienti per determinare i valori richiesti.

La formola (6) che ci dà il valore del rendimento, contiene in se stessa i criteri dei perfezionamenti che furono eseguiti negli arieti idraulici dall'epoca del Montgolsier sino

ai nostri giorni.

Ariete di Montgolster. — Quest'ariete, come risulta dalla sig. 15, aveva due recipienti d'aria, l'uno piccolo posto in comunicazione diretta col condotto, l'altro grande contenente il primo posto in comunicazione con el mices monte del primo posto in comunicazione con el mices monte del primo per micro del primo posto in comunicazione con el mices monte del primo per micro del primo della valvola di ritenuta. Lo scopo del piccolo serbatoio era quello di assicurare il movimento retrogrado e quindi il funzionamento della valvola d'arresto.

Volendo applicare la formola (6) per la determinazione del rendimento all'ariete del Montgolfier, è necessario introdurre qualche modificazione per ciò che riguarda il movimento retrogrado. Estinta la velocità della colonna idrica, il movimento retrogrado vien prodotto dalla pressione esistente nei due recipienti. Questa pressione si mantiene costante per tutto il tempo che impiega a chiudersi la valvola di ritenuta. Chiusa detta valvola, l'aria contenuta nel piccolo serbatoio si espande sino all'istante in cui comincia ad aprirsi la valvola d'arresto.

Nel primo tempuscolo t, l'acqua sotto l'influenza della pressione II h' percorrerà uno spazio x_1 e prenderà alla fine di detto tempo, ossia all'istante in cui termina a chiudersi la valvola di ritenuta, una velocità:

$$\frac{v_1^2}{2} = \frac{g(h' - H)}{l} x_1.$$

L'equazione del moto negli istanti successivi sarà:

(11)
$$m \frac{v dv}{dx} = - \prod a H + p a - \prod a h_a,$$

dove p è la pressione unitaria assoluta nel piccolo serbatoio, h_a l'altezza in colonna d'acqua corrispondente alla pressione atmosferica.

Essendo indifferente la forma del recipiente d'aria, lo supporremo cilindrico ed avente una sezione eguale a quella del condotto. Potremo quindi porre per la legge di Mariotte:

$$p=11 h_a \frac{V_0}{V_1+ax}$$

dove V_0 è il volume d'aria contenuto nella campana alla pressione atmosferica e V_1 il volume della stessa quantità d'aria al principio del moto che si considera. Si trascura il lavoro corrispondente alle variazioni di temperatura prodotte dalla compressione dell'aria. Sostituendo, ed integrando la (11) con la condizione che al principio del moto si abbia x = 0; $v = v_4$ si ottiene:

$$\frac{v^{*}}{2} = \frac{v_{*}^{*}}{2} - \frac{gx}{l} \left(\mathbf{H} + h_{a}\right) + \frac{gh_{a} V_{o}}{al} \log_{e} \frac{V_{*} + ax}{V_{*}}.$$

Se si suppone che la valvola d'arresto si apra all'istante in cui la pressione nel piccolo serbatoio uguaglia la pressione atmosferica, e che per quel dato istante si abbia:

$$x = x$$
, $v = v$,

sara :

$$V_0 = V_1 + ax_1$$
 d'onde $x_2 = \frac{V_0 - V_1}{a}$

$$\frac{v_{s}^{*}}{2} = \frac{v_{s}^{*}}{2} - \frac{g\left(V_{o} - V_{s}\right)}{a l} \left(H + h_{a}\right) + \frac{g h_{a} V_{o}}{a l} \log_{e} \frac{V_{o}}{V_{s}}$$

Si ha inoltre:

$$V_0 \pi h_a = V_1 \pi (h' + h_a)$$

da cui:

$$\frac{\mathbf{V}_0}{\mathbf{V}_{\cdot}} = \frac{h' + h_a}{h_a}$$

$$\frac{v_{\perp}^2}{2} = \frac{v_{\perp}^2}{2} + \frac{g V_0}{a l} \left[h_a \log_{\theta} \frac{h' + h_a}{h_a} - \frac{(H + h_a) h'}{h' + h_a} \right]$$

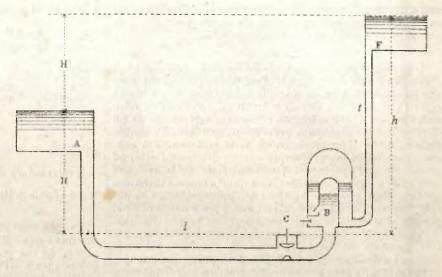
$$x_{\perp} = \frac{V_0}{a} \frac{h'}{h' + h_a}$$

Aperta la valvola d'arresto la colonna idrica, che a quell'istante possiede la velocità v, non essendo più sollecitata dalla pressione dell'aria contenuta nella campana, seguita a muoversi diun moto uniformemente ritardato per uno spazio dato dalla relazione:

$$\frac{g \, \mathrm{H}}{I} \, x_{\scriptscriptstyle 2} = \frac{v_{\scriptscriptstyle 1}^{\; 2}}{2}$$

Dalla quale si ottiene

$$x_{o} = \frac{h' - H}{H} x_{i} + \frac{V_{o}}{aH} \left[h_{a} \log_{a} \frac{h' + h_{a}}{h_{a}} - \frac{(H + h_{a}) h'}{h' + h_{a}} \right]$$



La quantità totale d'acqua che retrocede ad ogni battimento sarà:

$$q = a(x_1 + x_2 + x_3) = a\left[\frac{h'}{H}x_1 + \frac{b}{H}\right]$$

$$b = \frac{V_o h_a}{a} \left(\log_e \frac{h' + h_a}{h_a} - \frac{h'}{h' + h_a} \right)$$

Le formole del rendimento divengono:

$$R = \frac{\frac{H'}{h' - H} - \frac{H'}{H_0 H l} (h' x_i + b)}{\frac{H}{\lambda H_0} \log_e \frac{H}{H - \lambda H_0}}$$

$$R = 1 - \frac{H'}{l H_0 H} \left[(H + H') x_i + b \right]$$

Il valore di b è sempre positivo e cresce col crescere del rappporto $\frac{h'}{h_a}$ e della quantità $\frac{V_o}{a}$. Evidentemente quindi il rendimento dell'ariete del Montgolfier a parità di condizioni è minore che quello degli arieti di più recente costruzione. Da ciò la ragione per la quale negli arieti perfezionati si è soppresso il piccolo recipiente d'aria.

Qui sorge naturalmente la domanda: Perchè la quantità d'acqua che retrocede verso il serbatoio d'alimentazione dovrà considerarsi come perduta? Se il movimento retrogrado ha un considerarsi come perduta? Se il movimento retrogrado ha un considerarsi come doveva avvenire nell'ariete del Monts.

valore sensibile, come doveva avvenire nell'ariete del Montgolfier, è certo che una parte della quantità d'acqua 🐈 ritorna nel recipiente d'alimentazione e questa parte Q''' non può essere considerata come perduta. In tal caso il rendimento effettivo è $R=\frac{Q'\ H'}{(Q-Q''')\ H}$ mentre il rendimento ottenuto dalla misura diretta delle portate sarebbe : $R = \frac{Q'\ H'}{Q\ H}$

$$R = \frac{Q' H'}{Q H}$$

Se però il movimento retrogrado è di poco momento e la lunghezza del corpo dell'ariete notevole, l'elasticità del con-dotto, l'aria che trovasi mescolata nell'acqua, ed in fine se vogliamo la tenuissima compressibilità dell'acqua stessa, impediscono che vi sia un vero efflusso nel serbatoio d'alimentazione, ed il lavoro corrispondente si consuma in leggeris-sime ondulazioni dell'acqua ed in trepidazioni di tutto l'apparecchio.

Dei perfezionamenti introdotti nella costruzione degli arieti gli uni riguardano la soppressione o meglio la diminuzione degli urti e dei trepidamenti, che si verificavano nei primi arieti costruiti dal Montgolfier, altri le disposizioni più acconcie per ottenere il maggior rendimento possibile.

Ariete idraulico Bollée. — Il Bollée si è preoccupato di diminuire l'urto della valvola d'arresto tanto alla chiusura che all'apertura. A questo fine alla valvola ordinaria a placca egli ha sostituito una valvola a lanterna, specie di cilindro vuoto munito di orifici laterali che scorre nell'interno di un altro cilindro egualmente provvisto di aperture. All'istante della chiusura il fondo superiore della lanterna va a premere contro una massa d'acqua che ne attutisce l'urto, ed all'istante dell'apertura il fondo inferiore della lanterna cade su di un sostegno elastico. Con questo mezzo l'inventore ha aumentato assai la robustezza dell'apparecchio ed ha potuto dare al medesimo dimensioni molto più notevoli che pel

passato ed impiegarlo ad elevare dei grandi volumi d'acqua. Per il regolare funzionamento dell'ariete è assolutamente indispensabile che l'aria non venga mai a mancare nel recipiente a lei destinato. Se non si prendono provvedimenti speciali, l'aria sotto forti pressioni sciogliendosi nell'acqua viene trascinata dalla medesima e dopo poco tempo di funziona-mento la campana trovasi piena d'acqua. In alcuni arieti una semplice valvola aprentesi dal di fuori al di dentro permette durante il movimento retrogrado d'introdurre una piccola quantità d'aria al disotto della valvola di ritenuta, la quale aria durante il movimento diretto sale nella campana. Talvolta però questo mezzo non raggiunge lo scopo. Per migliorare tale condizione di cose il signor Bollée ha rimpiazzato la valvola alimentatrice per mezzo di una vera pompa ad aria, costituita da un tubo verticale montato sul corpo dell'ariete dentro al quale una colonna liquida oscillante funziona da stantuffo.

Un'altra importante modificazione apportata dal Bollée all'ariete idraulico consiste in questo, che la valvola d'arresto è in parte equilibrata da una scatola a pesi fissata all'estremità da un hilanciere. Facendo variare il contrappeso si può lasciare alla valvola solo quell'eccesso di peso che è il più vantaggioso dal punto di vista del buon rendimento dell'apparecchio; ciò è sopratutto indispensabile per i grandi arieti.

Sugli arieti idraulici sistema Bollée, Tresca ha eseguito parecchie esperienze al Conservatorio d'Arti e Mestieri di Parigi. Applicando successivamente la valvola a lanterna e la valvola piatta ordinaria, avente presso a poco lo stesso peso che la valvola a lanterna, egli ha trovato che tanto nell'un caso che nell'altro il rendimento cresceva col crescere l'altezza di caduta; che la valvola piatta permetteva di fare agire l'ariete con una corsa assai più ristretta di quello che si potesse ottenere con la valvola a lanterna; che in generale la valvola or-dinaria permetteva di raggiungere dei rendimenti più elevati che non la valvola a lanterna. Ma sotto il punto di vista pratico la valvola piatta cagiona degli urti molto più energici e molto più ripetuti specialmente con le piccole corse, e vale meglio sacrificare una frazione del rendimento che rassegnarsi alla distruzione rapida dell'apparecchio.

Le diverse esperienze eseguite sugli arieti sistema Bollée mettono in evidenza un fatto curioso, che io non mi posso dispensare dal riportare, tanto più che esso si accorda a meraviglia con le formole da me trovate. Quale si sia l'altezza di caduta la quantità d'acqua versata (dalla valvola d'arresto) per uno stesso stato dell'apparecchio resta presso a poco la stessa. Passando da una caduta di 1,56 ad una caduta di 0,60 la differenza nella portata non arriva ad un decimo.

Dalla formola (10) deduciamo che il valore di
$$\sqrt{\frac{g H_0}{2}}$$

cresce leggermente col crescere di H perchè il coefficiente che affetta questa quantità è sempre molto piccolo di fronte agli altri. Se supponiamo Ho indipendente da H e facciamo come nell'esperienza di Tresca: H = 1,56; H' = 4,20

$$H = 1.56$$
 ; $H' = 4.20$

abbiamo: $Q = a \sqrt{\frac{g H_0}{2}} \cdot \frac{4,20}{4,20+1,56} = a \sqrt{\frac{g H_0}{2}} \times 0,7297$

e se si ha H = 0.60 si ottiene:

$$Q_1 = a \sqrt{\frac{g H_0}{2}} \cdot \frac{4,20}{4,20 + 0,60} = a \sqrt{\frac{g H_0}{2}} \times 0,875$$

$$\frac{Q_{1}-Q}{Q_{1}} = \frac{a\sqrt{\frac{g H_{0}}{2}}(0.875-0.7297)}{a\sqrt{\frac{g H_{0}}{2}} \times 0.875} = 0.1657 = \frac{1}{6}$$

circa.

Il qual valore sarebbe anche però vicino ad $\frac{4}{10}$ sesi fosse tenuto conto della influenza di H sul valore di H_o .

Ariete idraulico sistema Douglas. — Questo ariete costruito secondo i principi dell'Eytelwein è notevole per la sua semplicità. La sua prerogativa principale consiste nel poter regolare a piacere l'alzata della valvola d'arresto e di presentare una solidità a tutta prova. Questo ariete può funzionare con una caduta di soli 65 centimetri. Nel caso che il rapporto tra l'altezza di caduta e l'altezza di sollevamento è di 1/10 il rendimento è di 0,71. Allorchè la caduta è grande il rendimento

Ariete Durozoi. — Tra gli arieti più perfezionati che si costruiscono in questi ultimi anni dobbiamo notare l'ariete Durozoi a semplice e a doppio effetto. Parlando dell'ariete a semplice effetto ecco come il signor Poillou si esprime nel suo trattato sopra le macchine elevatrici, dal quale in massima parte traemmo la descrizione dei diversi apparecchi.

Il signor Durozoi ha evitato la proiezione dell'acqua al-l'esterno della valvola d'arresto. A questo fine ha posto al di sopra di detta valvola una campana provvista di un tubo dal quale l'acqua effluisce producendo dietro ad essa un certo vuoto. Di più un manicotto filettato a vite serve a regolare la corsa di questa valvola d'arresto secondo la portata fornita dalla caduta. Oltre a ciò un meccanismo speciale provvede automaticamente alla alimentazione d'aria del serbatoio.

Ma il congegno caratteristico di questo sistema consiste in una valvola posta all'origine della presa d'acqua ed aprentesi da monte a valle. Questa valvola si chiude nello stesso tempo della valvola di ritenuta ed impedisce al moto retrogrado dell'acqua di trasmettersi in pura perdita al serbatoio. Per mezzo di questo congegno il costruttore spera di portare il rendimento della macchina a 0,80.

Il Durozoi ha costruito ancora degli arieti a doppio effetto destinati particolarmente alle grandi cadute. L'ariete a doppio esfetto è alimentato da due condotti, ciascuno dei quali ha la sua valvola d'arresto; essi partono dallo stesso serbatoio e fanno capo ad un unico recipiente d'aria, da cui parte un tubo d'ascensione. Le disposizioni di dettaglio sono identiche a quelle dell'ariete a semplice effetto. L'inventore spera di raggiungere con questa disposizione il rendimento di 0,95.

Ariete Schabaver. - Notiamo in fine l'ariete idraulico sistema Schabaver. In esso l'inventore si è preoccupato di avere una forma di valvola permettente di realizzare un gran volume d'acqua con una piccola alzata. Ed ha trovato che parecchie valvole a cerniera, poste le une accanto alle altre ed aventi una lunghezza notevole di fronte alla larghezza,

raggiungevano molto bene lo scopo.

Queste valvole sono munite di molle, di cui può farsi variare a piacere la tensione, e congegni speciali permettono di regolare a volontà l'ampiezza della corsa. Le valvole di ritenuta sono simili alle valvole ordinarie delle pompe, ma, come le valvole d'arresto, sono munite di molle, delle quali può variarsi la tensione a seconda delle circostanze.

Il poter disporre ad arbitrio di qualcuno degli organi della

acchina, è questione di sommo interesse. Difatti, la formola (8) esprimente la condizione, perchè il rendimento sia massimo, stabilisce una relazione tra le quan-

tità H, H', l, x, Ho. Le altezze H, H' sono d'ordinario valori fissi, di cui non si può disporre. La larghezza l del condotto potra sempre stabilirsi a piacimento; però una volta eseguito, l'impianto non può più modificarsi. Restano quindi le quantità x ed H_0 la quale ultima, come risulta dalla (10), è funzione del peso (o della molla che sollecita la valvola d'arresto) e dell'alzata di detta valvola.

In tutti gli arieti perfezionati è sempre possibile di soddisfare alla predetta condizione di massima, disponendo a piacere delle quantità e, P, x, Così nell'ariete Bollée è il peso della valvola d'arresto, che può essere modificato per mezzo di un contrappeso variabile. Negli arieti Douglas e Durozoi è l'ampiezza della corsa della valvola d'arresto che può essere variata. Finalmente, nell'ariete Schabaver si può agire a volontà sia sulla molla che sollecita la valvola d'arresto, sia sull'alzata di detta valvola, sia sulla valvola di ritenuta.

Le disposizioni adottate dallo Schabaver permettono all'ariete di prendere un movimento rapido e nello stesso tempo assai dolce. In un ariete, di cui il condotto ha 0,20 di diametro, l'alzata delle valvole non supera 4 millimetri, e l'inventore spera di poterla ridurre anche maggiormente. L'ariete ideale, dice lo Schabaver, sarebbe quello che su di una parte del suo percorso divenisse poroso ed evacuasse la sua acqua per mezzo di una specie di traspirazione. Queste conclusioni dello Schabaver ci danno una prova del-

l'esattezza delle formole da noi trovate riguardanti il rendimento e la portata dell'ariete. Abbiamo già notato che per

rendere R massimo conviene fare minimi $\frac{x_1}{l}$ ed H_o; ossia, in

altri termini, rendere minimo il movimento retrogrado e far sì che la velocità massima nel corpo dell'ariete sia la più piccola possibile. D'altra parte però la diminuzione della ve-locità porta la diminuzione della portata, e per conservare a quest'ultima un valore conveniente, l'espediente migliore è di adottare una sezione notevole tanto pel condotto del-l'ariete, quanto per l'orificio della valvola d'arresto. Il libro del Poillon sulle macchine elevatorie non dice

nulla sul rendimento dell'ariete Schabaver. Siccome però lo Schabaver afferma che il suo ariete può funzionare con un'altezza di sollevamento uguale a 36 volte l'altezza di caduta, e quest'ultima può essere soltanto di 0,25, ne viene di conseguenza che, se l'ariete dà ancora un rendimento tollerabile sotto condizioni enormemente svantaggiose, il suo rendimento in condizioni normali debba essere molto soddisfacente.

Il sistema Schabaver non solo raggiunge il desideratum quanto al rendimento, ma presenta ancora condizioni favo-revolissime alla durata dell'ariete, giacchè, essendo nel medesimo la velocità massima dell'acqua sempre piccolissima, gli urti che si ripetono a ciascun battimento sono talmente piccoli, che quantunque si succedano rapidamente, non possono danneggiare in alcun modo l'apparecchio.

Conclusione. - Nel trattare la teoria dell'ariete idraulico si è veduto chiaramente che, adottando delle disposizioni convenienti, è sempre possibile, pur conservando alla portata un valore sufficiente, ottenere pel rendimento dei valori

molto prossimi all'unità.

I diversi perfezionamenti che in questi ultimi tempi si sono introdotti nella costruzione degli arieti hanno raggiunto questo scopo in una maniera veramente soddisfacente. Gli arieti Bollée, Douglas, Durozoi e Schabaver danno un rendimento che nelle circostanze ordinarie può ritenersi compreso tra 0,70 e 0,80 e possono convenientemente applicarsi anche quando l'altezza di sollevamento sia più che dieci volte l'altezza di caduta.

Facendo un confronto tra l'ariete idraulico e le macchine elevatorie che possono sostituirlo, troviamo che facendo uso di una eccellentissima turbina e di una buonissima pompa, i cui rendimenti rispettivi siano di 0,75 e di 0,80, si ha per rendimento finale $0,75 \times 0,80 = 0,60$. Se poi si volesse far uso di macchine a colonna d'acqua,

il rendimento sarebbe compreso tra 0,60 e 0,70. Ossia tanto con l'un sistema che con l'altro non si raggiungerebbe il rendimento che in alcuni casi può ottenersi dall'ariete.

Dobbiamo finalmente aggiungere che l'ariete a confronto delle altre macchine elevatrici presenta una costruzione in-comparabilmente più semplice. Non è danneggiato dalle acque torbide, non ha bisogno ne di sorveglianza, ne di lubrificazione e a causa della sua stessa semplicità ha un prezzo d'acquisto che non può certo paragonarsi con quello di un mo-

tore o di una pompa, o di una macchina a colonna d'acqua. Per dare un'idea del prezzo di fabbrica degli arieti idrau-lici, riporto qui una tabella tratta dal Catalogo della Casa

Pilter, costruttrice degli arieti sistema Douglas.

Grandezza	Per sorgenti che danno una portata al minuto		
Ariete N. 2	Da 3 litri ad 8 litri	L. 55 » 75 » 90 » 150 » 280 » 400 » 900	

L'ariete idraulico si applica molto convenientemente ai bisogni delle case di campagna, per l'irrigazione delle terre, l'alimentazione delle fabbriche, la distribuzione d'acqua nei villaggi, stazioni di ferrovie, ecc. In generale, dovunque si abbia una caduta d'acqua, di cui vogliasi sollevare una parte a destinazione utile.

Nel caso che il volume d'acqua fornito dalla sorgente sia molto notevole, torna meglio dividerlo in varie parti ed in

luogo di un solo mettere una batteria di arieti.

Jesi, 18 dicembre 1889.

CARLO FOSSA-MANCINI.

BIBLIOGRAFIA

L'Ingegneria sanitaria. — Rivista mensile, diretta da Francesco Corradini. — Anno I. — Torino, 1890.

Abbiamo sott'occhi i tre primi numeri (gennaio, febbraio e marzo) del nuovo giornale, che ha fregiata la copertina da un elenco di ben 38 dottissimi collaboratori d'ogni regione d'Italia, e che viene edito a Torino da L. Roux e C.

Ogni numero è di 16 pagine di testo a due colonne; ha figure nel testo ed una tavola litografata, e l'abbonamento annuo è di 15 lire.
Volendo formarci un concetto esatto del nuovo giornale, ci siamo data la premura di leggerne gli articoli.

Il primo articolo viene da Roma dalla penna arguta dell'ing. Donato Spataro, uno dei redattori in capo; ed è una specie di articolo-programma del nuovo periodico, il quale « suonerà affermazione del-l'esistenza e dei diritti dell'Ingegneria sanitaria ». E quivi cominciasi a tirare a palle infocate contro coloro che credessero di poter confondere in una sola persona due competenze essenzialmente distinte e vigorose di vita propria: quella dell'ingegnere sanitario e quella del medico-igienista. È come un medico non potrà mai creare un ingegnere, nè un ingegnere un medico, così lo Spataro sostiene che « non dev'essere neanche permesso a chiunque d'insegnare quanto non gli compete, sciupando con difficile e improprio eloquio, la scienza e la pratica dell'ingegnere ».

« Eppure questo fatto è avvenuto! » soggiunge l'ingegnere Spataro. Ed il vedere medici che pretendono insegnare ingegneria, per quanto sanitaria, è tale un fatto che suona sfregio alla dignità professionale, e contro di cui lo Spataro invoca « il saldo organismo e la splendente competenza di una Associazione » a cui darebbe il titolo

di Società degli Ingegneri sanitari italiani.

Il dottor Frattini di Padova, altro redattore in capo del medesimo giornale, in un articolo sullo stesso argomento pubblicato in testa del secondo fascicolo, accenna a moderare con assennate ragioni l'impressione troppo pessimista che l'articolo-programma del suo chiarissimo collega

in redazione avesse per avventura lasciato nei lettori.

« I medici-igienisti, osserva il dottor Frattini, hanno avuto solamente il torto di dare, secondo l'uso invalso, il nome di ingegneria sanitaria a quella parte dell'igiene che tratta di cose, nelle quali dal lato tecnico è indispensabile l'intervento dell'ingegnere. Ed è questo uso che ha fatto più male che bene al medico-igienista, poichè sembra con tale espressione che egli voglia invadere un campo non suo ».

Ma il Frattini egregiamente dimostra e conclude essere vano timore quello di credere che l'igienista possa invadere il campo dell'ingegnere; potrà tutto al più un igienista compilare dei temi puramente igienici, i quali, per poter essere svolti e diventare progetti eseguibili, debbono essere studiati, calcolati e disegnati da un ingegnere.

Su questo facile terreno, ove si fossero messi d'accordo i due egregi redattori in capo prima di consegnare alla stampa i loro articoli, ne sarebbe uscito un articolo unico della Direzione, meno accentuato nelle

personalità, più conforme allo stato delle cose.

Ma il vero si è che non tutti i dottori la pensano egualmente bene
come il dottor Frattini. E così nello stesso periodico, subito dopo l'articolo-programma Spataro che vuole nettamente distinte le due competenze del medico e dell'ingegnere nelle questioni pratiche di pubblica igiene, viene un articolo firmato « la Direzione » e intitolato

or Fognatura di Torino », discorso pronunziato a Parigi dal dottore « Fognatura di Torino », discorso pronunziato a Parigi dal dottore Pacchiotti nell'agosto 1889 al Congresso Internazionale d'igiene.

Nel quale articolo entra evidentemente il prof. Pacchiotti che ha fatto il discorso, e c'entra la Direzione che ne ha fatto il sunto, inneggiando al successo completo di quel discorso che onora altamente l'Italia, e che « avrà una grande influenza sulla pubblica opinione e sul Consiglio Comunale di Torino, per modo che questo darà la preferenza al sistema della canalizzazione unica »

renza al sistema della canalizzazione unica ».

La Direzione non ci dice di più; ma se leggiamo quel che disse al Congresso di Parigi il dottore Pacchiotti, troviamo che egli prese anzitutto a sfondare una porta aperta, col parlare in favore del sistema lodevolissimo del tutto alla fogna, sul quale si è tutti d'accordo. Ma venendo poscia a parlare del modo con cui un ingegnere deve tradurre in progetto nei casi pratici i precetti, il medico Pacchiotti mostra di ignorare o di non comprendere come il sistema del tutto al'a fogna possa tradursi egualmente in pratica tanto col mezzo della unica, quanto della doppia canalizzazione; nega che nei due si-stemi di circolazione continua tutti i precetti dell'igienista possano in tesi generale venire egualmente osservati; mostra di ignorare che in tutti e due non possono sempre venire egualmente osservati e coordinati i precetti dell'idraulica pratica e quelli dell'economia pubblica. E quivi appunto vediamo il dottor Pacchiotti entrare nel campo

tecnico dell'ingegnere, e parlare di unica e di doppia canalizzazione, di collettori principali e secondari, ragionare a modo suo di pendenze, e di sezioni, e di sistemi a zig-zag, e di immaginarie difficoltà di costruzione, e di costi di esecuzione, e via dicendo. Lo vediamo sentemi in a vitto di colle i companya propriora di distributione di colle di costi di esecuzione, e via dicendo. Lo vediamo sentemi con un tetto di colle di colle di companya propriora di distributioni di colle ziare su tutto ciò colla sicurezza maggiore del primo maestro d'idrau-lica e del primo costruttore del mondo, facendo precisamente ciò che lo Spataro nel suo articolo-programma per l'Ingegneria sanitaria deplora « sciupando con difficile e improprio eloquio la scienza e la pra-

tica dell'ingegnere ».

Lasciamo ai due redattori in capo dell'Ingegneria sanitaria, ed al firmatario dell'articolo « la Direzione » di mettere d'accordo i tre articoli, ed esaminiamone ancora un quarto intitolato « Le moderne case di abitazione con l'applicazione di apparecchi sanitari », firmato « F. Cor-

radini », il Direttore del giornale.

Almeno qui gli apparecchi sanitari, dei quali il Corradini ci parla, sono di sua particolare competenza, essendosi l'egregio autore, ben si può dire, occupato sempre, ed in modo quasi esclusivo, di apparecchi di ventilazione e di riscaldamento, di lavabi, di orinatoi e di cessi a

E noi lodiamo senza riserve gli apparecchi tutti ai quali il Corradini accenna, ma deploriamo che egli abbia scelto per presentarneli in opera, un tipo di fabbricato, che sebbene di costruzione recente, pure per la disposizione dei locali è forse il meno adatto a porgere un esempio imitabile. Trattasi invero d'un isolato per casa da pigione si marila di 5 niani en area rattagglere regolariame contracte si gnorile di 5 piani, su area rettangolare regolarissima, contornata ai 4 lati da vie pubbliche, con due fronti di ben 52 metri e due fianchi di metri 36. Quivi per certo non eranvi tutte quelle maggiori difficoltà che d'ordinario nel fabbricare in città si riscontrano, per irregolarità di perimetri, esistenza di muri comuni divisori, gravami di servitù, ecc. Eppure si direbbe che ivi l'architetto, nello studiare la distribuzione generale dei locali, abbia preferito abbandonare tutti gl'ideali dell'igie prista per rispondera all'inica fine di tratra dal denome investita pello nista per rispondere all'unico fine di trarre dal denaro, investito nella fabbrica, il massimo profitto possibile. Quindi è che vediamo le scale confinate ai quattro angoli interni, insufficientemente illuminate ed aerate da una sola apertura presso un angolo in ogni piano. Vediamo tutti i cessi senz'aria e senza luce, ossia col loro microscopico finestrino, il quale immette, more solito, nell'ambiente della scala. Vediamo oscuri corridoi d'ingresso, e, per colmo dell'orrore, il letto della domestica in ambiente che non ha finestra, senz'aria e senza luce, ricavato tra la guina el scale de praprae E quall'difficia ha la cue he praprae. tra la cucina e la sala da pranzo. E quell'edifizio ha le sue brave fosse Mouras, dalle quali naturalmente l'Ingegneria sanitaria abborre.

Con tuttociò non intendiamo disconoscere le buone intenzioni del nuovo periodico e dell'egregio suo direttore. E noi auguriamo che, nell'interesse della scienza dell'Igienista e della pratica costruttoria dell'Architetto, l'Ingegneria sanitaria riesca a divulgare le buone massime e a fare la strada a' nuovi apparecchi; ma sovratutto le auguriamo di nondimenticare il trave per tener dietro al fuscellino, e di rac-

comandare agli Architetti di non ricorrere a sistemi artificiali quando collo studio migliorato del modo di fabbricare possono raggiungere meglio e più economicamente lo scopo, adottando disposizioni le quali assicurano l'impiego di mezzi naturali.

G. SACHERI.

La locomotiva, sua costruzione ed arte di guidarla. — Manuale compilato sulla 2ª edizione dell'opera di Brosius e Koch dagli ingegneri S. Fadda e G. Silvola.

PARTE III. — Servizio della locomotiva nei treni; manutenzione e riparazione delle locomotive; costruzione della via; veicoli ferroviari; storia della locomotiva. — Vol. in-16° di pag. 598, con 211 incisioni nel testo ed una tavola litografica. — Torino, E. Loescher,

1890. — Prezzo L. 8.

Di questo Manuale popolare, intitolato: La locomotiva, abbiamo a suo tempo annunziato ai lettori il 1º volume: La caldaia; poi il 2º: Meccanismo e carro della locomotiva. Ed ora, insieme alla 2ª edizione dei due primi volumi è arrivato a veder la luce il 3º ed ultimo, nel quale si espongono le norme da seguirsi per parte del personale della Trazione, sia quando deve prendere in consegna una macchina e predisporla per il viaggio, sia durante il servizio. In modo abbae predisporla per il viaggio, sia durante il servizio. In modo abbastanza elementare e ad un tempo conciso trovasi esposto tutto quanto concerne la buona conservazione delle locomotive, i difetti che desse presentano in servizio nelle loro diverse parti, ed il modo di porvi rimedio, sia in via provvisoria, come quando i difetti si manifestano improvvisamente durante il viaggio, sia in modo definitivo quando si è giunti all'officina del deposito.

A complemento del libro, sono date brevemente alcune indispensabili pozioni interno al modo con eni è costrnite la strada l'armo-

abili nozioni intorno al modo con cui è costruita la strada, l'armamento, gli scambi, le piattaforme, ecc. E poichè durante l'esercizio si è il personale della Trazione, che, secondo l'organizzazione delle strade ferrate italiane, ha la cura della piccola manutenzione ordinaria del materiale mobile, si è pure dato un cenno delle cose principali concernenti i veicoli ferroviari, esponendone i tipi più comuni.

Naturalmente questo terzo volume ha dovuto essere composto completamente a nuovo, mentre non sarebbe stato conveniente per il servizio sulle ferrovie italiane nè l'ordine, nè il modo con cui fu esposta

servizio sulle ferrovie italiane nè l'ordine, nè il modo con cui fu esposta la materia nell'opera tedesca ed era assolutamente necessario attenersi alla pratica italiana, se volevasi far cosa utile al nostro personale. L'egregio ing. Fadda, del quale i lettori conoscono tutta la speciale competenza in simili lavori di tecnologia meccanica ferroviaria, e che aveva avuto a collaboratore, per i due primi volumi, un giovane e distinto collega, l'ing. A. Olivetti, di cui tutti deploriamo l'immatura morte, affidò, per il terzo volume la compilazione della parte pratica del servizio delle locomotive sulle ferrovie italiane all'ing. Giacomo Silvola, Capo-Sezione del Servizio della Trazione nella Rete Mediterranea. E fu opportunissima la scelta.

III.

Ing. M. Vicarj. — Cuneo-Ventimiglia o Ceva-Oneglia? — Op. in-8° di pag. 20. — Torino, 1889.

Un voto parlamentare del 1879 impegnava il Governo italiano alla sollecita costruzione della strada ferrata Cuneo-Tenda-Ventimiglia. Ma ora che si è costrutto il primo tronco di questa linea, e vista la quasi impossibilità, stante il veto della Francia, di poter realizzare il progetto di passaggio per la valle della Roja, del quale passaggio i sostenitori autorevolissimi di quella ferrovia rendevansi allora mallevadori, ora, dopo dieci anni da quella discussione, si stanno ancora studiando progetti e contraprogetti subordinati allo stanno ancora studiando progetti e controprogetti, subordinati alla condizione che il tracciato abbia a svolgersi esclusivamente su terreno italiano, ossia per la Valle Nervia, e per il che occorrerà l'enorme spesa di 70 milioni almeno.

L'egregio ing. M. Vicarj, nella Memoria pubblicata, rifà la storia e rammenta i punti più essenziali della discussione parlamentare del 1870 il hanci coccorreri reale mentano del 1870 il hanci coccorreri del 1870 il hanci coccorreri

1879, i buoni argomenti per la maggiore convenienza economica della linea Ceva-Ormea-Oneglia, sostenuta dai deputati Basteris ed inge-gnere Bartolomeo Borelli, in confronto della Cuneo-Ventimiglia, vo-luta dall'on. Biancheri e da Depretis. E sì che allora pensavasi di an-dare a Ventimiglia per la Valle della Roja, e il passaggio per Valle Nervia era dichiarato un'idea da non potersi nemmeno discutere.

Alla Torino-Ceva-Oneglia-Ventimiglia, che ancora mancherebbe del tratto Ormea-Oneglia, basterebbero circa 20 milioni. Di fronte quindi ad un risparmio di 50 milioni, l'ing. Vicarj con-In fronte quindi ad un risparmio di 50 milioni, l'ing. Vicarj confida che il Governo vorrà provocare una nuova deliberazione del Parlamento. Le difficoltà politiche e tecniche che si presentano a seguire il voto parlamentare del 1879 risultano da dieci anni di studi e dati positivi raccolti, così straordinarie e di tale gravità, che il Governo italiano non può, non deve evitare un provvido e lodevole atto di resipiscenza, che avrà il plauso della Nazione. Sono queste le conclusioni dell'Ing. Vicarj.

