

## III.

## Cenni sui principali mezzi di provvedere l'acqua per le irrigazioni.

Stabilito il quantitativo medio d'acqua occorrente per le principali colture presso di noi usitate e per le diverse condizioni altimetriche geognostiche dei terreni in cui le colture stesse debbono venire praticate, accennate le cause di disperdimento ed indicati i mezzi di poterne per quanto è possibile diminuire l'importanza, noi abbiamo attualmente i dati occorrenti per poter conoscere se un determinato canale soddisfa alle esigenze della sua destinazione, non che per provvedere alla sua regolare manutenzione.

Ora noi dobbiamo esaminare il modo con cui si provvede all'introduzione dell'acqua nel canale sin nel caso in cui la presa ha luogo in un fiume o torrente, sin quando, non potendosi disporre liberamente della voluta quantità d'acqua, vi si deve provvedere con indiretti ripieghi.

Nel primo caso la presa dell'acqua ha luogo per mezzo di una diga la quale secondo il modo con cui è formata prende il nome di stabile od instabile.

Le chiuse stabili sono quelle che, formate in modo

robusto, resistono alle piene del fiume o del torrente ed assicurano la derivazione qualunque sia lo stato delle acque. Le chiuse instabili, formate di ramaglie e di ciottoli, vengono atterrate in caso di piena, rimanendo così interrotto il corso dell'acqua.

Da questo rapido cenno chiaro ne emerge il vantaggio delle chiuse stabili, avvegnachè, oltre all'assicurare l'esistenza dell'acqua nel canale, circostanza essenziale massime trattandosi di canali che oltre all'irrigazione servono pure all'alimento delle borgate rurali, le continue spese che seco trae la manutenzione di una chiusa instabile, se vengono capitalizzate, corrispondono per la maggior parte dei casi ad una somma eccedente notevolmente l'ammontare del primo impianto di una chiusa stabile.

Essendo l'alveo dei fiumi e torrenti proprietà demaniale non possono queste opere venire eseguite senza il permesso della superiore Autorità Amministrativa, e questo permesso non può venire accordato se non allorchando l'opera progettata non riesce di nocumento ai terzi.

Egli è quindi indispensabile, prima di addivenire ad opere di questo genere, che il relativo progetto sia redatto da persona perita e che si siano esauriti tutti gli incumbenti saggiamente dalla legge previsti a tutela della proprietà.

Le avvertenze principali che nella formazione di una chiusa stabile debbono usarsi acciò la medesima raggiunga lo scopo cui è diretta, sono le seguenti (Cavalieri: Istituzioni di Architettura. Volume I.<sup>o</sup>, pagina 158-159).

1.<sup>o</sup> Pel collocamento di una chiusa si scelga un

punto ove l'alveo sia stabilito, e le sponde siano solide e non minacciate dalla corrente.

2.° L'edifizio presenti alla corrente una faccia inclinata che ne riceva obliquamente l'urto. I pratici stabiliscono che la chiusa da quella parte appunto che viene investita dalla corrente, e che dicesi il *petto*, debba avere la scarpa di un metro, o almeno di un mezzo metro di base per ogni metro di altezza.

3.° Dalla parte opposta è molto maggiore il bisogno della scarpa affinchè l'acqua che sormonta la chiusa, cadendo troppo violentemente, non abbia da formare nell'alveo sotto lo stramazzo un profondo gorgo, che ponga in compromesso la stabilità della fabbrica. Si chiama anzi specialmente questa parte la *scarpa* della chiusa, e se le assegna il due, il tre, e infino il cinque di base per uno di altezza.

4.° La larghezza della chiusa in sommità non sia minore di quanto si richiede affinchè la fabbrica sia capace di resistere alla pressione ed all'urto del fiume; per lo che dovranno consultarsi le formole idrodinamiche intorno all'urto della corrente.

5.° Le estremità della chiusa sieno sostenute da robuste testate internate nelle sponde laterali, in modo da potere essere sicuri che la corrente, facendosi strada di fianco, non abbia a rendere inutile l'edifizio.

6.° L'altezza sia opportunamente determinata affinchè la chiusa possa trattenere le acque ordinarie del fiume quanto basta per mantenere nel diversivo quella costante altezza d'acqua che è necessaria per gli usi e per gli effetti divisati; e lasci trascorrere nell'alveo inferiore le acque sovrabbondanti.

7.° La sommità o soglia superiore della chiusa

giova che non sia orizzontale, ma alcun poco inclinata verso la bocca, ossia l'incile del diversivo, onde il corso dell'acqua si mantenga da questa parte, ed il fondo del fiume si conservi più basso della chiusa.

8.° E può essere anche utile di stabilire la chiusa obliquamente nell'alveo del fiume in modo che dalla parte dell'incile faccia un angolo acuto colla sponda, e tenda ad invitare il corso del fiume verso l'incile medesimo, e quindi a rendere più difficile l'alzamento del fondo presso la bocca del diversivo.

Nei corsi d'acqua alpini sovente accade che si verifichi un brusco cambiamento di pendenza fra il tronco superiore od il tronco inferiore, per cui in quest'ultimo, attesa la diminuita celerità dell'acqua, vengono a depositarsi i ciottoli e le ghiaje trascinate dal corso superiore, sollevando così il tronco del primo mercè la formazione di uno strato alluvionale sopra il primitivo letto. In questo caso egli è evidente che, acciò si abbia un certo quantitativo d'acqua nel letto del torrente, è in primo luogo indispensabile che vengano riempiti gli interstizi dei ciottoli della sottostante massa alluvionale, per cui in caso di straordinaria siccità verrà in primo luogo a mancare l'acqua di scolo apparente continuando quella sotterranea, chiamata perciò acqua di ghiaja, purchè il bacino onde la medesima trae origine abbia un'estensione sufficiente. Onde potere in questo caso utilizzare l'acqua di ghiaja basterà stabilire attraverso alla massa alluvionale una chiusa formata di materia impermeabile, come l'argilla; spinta tale chiusa sino al fondo impermeabile onde impedire l'efflusso dell'acqua. In questo modo quest'ultima, rigurgitando a monte, potrà raggiungere la bocca di presa, utilizzando così le acque che prima andavano perdute.

La determinazione precisa del sito in cui deve venire stabilita la chiusa sotterranea è arduo problema, avvegnachè lo strato alluvionale attraverso al quale scorrono le acque provenienti dai superiori versanti presenta profondità e direzioni diverse a seconda del variare della profondità e del vario ripiegarsi del sotto-suolo impermeabile che ne costituisce la base.

Se si vuole addivenire per via di esperienza ad una tale determinazione è indispensabile di accertare in primo luogo l'andamento altimetrico del sotto-suolo impermeabile per mezzo di regolari scandagli eseguiti a sufficiente vicinanza gli uni dagli altri, riferiti tutti ad un solo piano di paragone ed estesi lateralmente e longitudinalmente in modo tale da eliminare ogni timore di disperdimento.

L'esame delle condizioni geologiche di un determinato terreno dispensa da queste lunghe e costose operazioni, avvegnachè, come risulta dal rapido cenno che precede sulla genesi di questi corsi d'acqua, l'idrografia sotterranea è intieramente subordinata alla posizione ed alla costituzione dei depositi terrestri e presenta le stesse anomalie e le stesse eccezioni dei sovrastanti terreni.

La cognizione di quest'influenza forma la base dell'arte di scoprire le sorgenti, arte che presso tutti i popoli e dai tempi più remoti formò l'oggetto di un gran numero di ricerche. Fra gli antichi quelli che ebbero a raccogliere e pubblicare il maggior numero di ricerche al riguardo sono Vitruvio, Plinio il Naturalista e Cassiodoro, il quale ci riferisce che l'arte di cercare le sorgenti era coltivata presso i Greci, presso i Latini e specialmente fra gli Africani, e che un certo

Marcello aveva compilato un'opera sulle sorgenti e sulle acque sotterranee, opera che disgraziatamente è andata smarrita.

Fra i moderni si distinguono Palladio, Duplei, Kirker, Belidor, l'ingegnere Couplet celebre per la scoperta delle sorgenti di Coulanges-la-Vineuse, di Courson e d'Auxerre in Borgogna, e specialmente l'abate Paramelle che, oltre all'aver scoperto uno sterminato numero di sorgenti, pubblicava un ottimo libro sull'arte di scoprire le sorgenti, dissipando così le idee superstiziose e ridicole onde quest'arte da prima era avviluppata e sollevandola al grado di scienza.

L'opera dell'abate Paramelle (*L'art de découvrir les sources* par M. l'abbé Paramelle, Paris 1839) è destinata a rendere dei segnalati servigi, in quanto che, come si legge nell'epigrafe posta in capo a tale trattato, si crede che certe località siano totalmente prive d'acqua mentre soventi ve ne ha in grande quantità sotto il suolo su cui si cammina ed a breve distanza dalla sua superficie.

Allorquando questi corsi d'acqua sotterranea si allargano in un bacino, in allora danno luogo alle paludi le quali non solo isteriliscono i terreni, ma estendono a distanze grandissime le loro pestilenziali esalazioni.

La necessità di sopprimere questi centri di infezione, di convertire in beneficio la causa del male, è troppo evidente perchè si abbia a dimostrarla con inutili argomenti. Chi non conosce i grandissimi benefici arrecati ai proprj territori dai Municipj di Morozzo e Margarita che riuniti in consorzio trasformarono la considerevole palude di Praforchetto in terreni coltivati utilizzando l'acqua che ne provenne a beneficio

di altri terreni che prima ne difettavano, e facendo scomparire le febbri intermittenti nelle adiacenze di tale palude per un raggio di parecchi chilometri?

Allorquando queste acque sotterranee scorrono incassate in uno strato impermeabile e presentano una considerevole caduta, in allora, praticando un foro tale da comunicare con questo strato, le acque per legge di equilibrio salgono lung'hesso questo foro e vengono a zampillare alla superficie con una velocità proporzionale alla loro pressione. Ecco l'origine dei pozzi trivellati, pozzi chiamati prima Modenesi e quindi Artesiani, facendo così dimenticare la loro primitiva origine italiana in Europa.

Verso la fine del secolo XVII (Carena: Appendice sui pozzi artesiani, pag. 79) e appunto nell'anno 1671, il celebre astronomo Domenico Cassini già pubblico professore in Bologna, poi in Parigi socio della Reale Accademia delle scienze, ragguagliava quell'illustre Consesso che in molti siti del Modenese si trova nel fondo dei pozzi ordinarij uno strato d'argilla fermo e sonante, nel quale se si fa un foro con un grosso trapano o trivello, di quei che adoprano i minatori, l'acqua sbocca impetuosa ed abbondante, uscendo talora sino oltre gli orli del pozzo e scorre libera e perenne sulla superficie del suolo. (Histoire de l'Accad. des sciences. Tom. 1, pag. 144).

D'allora in poi l'arte dei pozzi forati ebbe continuamente a progredire, come si rileva dall'opera del Visconte Héricard de Thury (Recherches sur les puits forés. - Paris 1828) e poté produrre i portentosi Pozzi di Grenelle e di Passy, il primo della profondità di metri 548 e della portata di 900 metri cubi

al giorno ridottasi poi ad 800 dopo l'apertura del pozzo di Passy, quest'ultimo della profondità di metri 550 e della portata di metri cubi 1500 al giorno.

Se verun pozzo artesiano di straordinaria profondità noi non abbiamo nella nostra provincia, abbiamo però non pochi esempi di piccoli pozzi tubati eseguiti per cura dell'avv. Calandra e del Geometra Trossarelli i quali da più anni stanno lodevolmente adoperandosi a popolarizzare questo utilissimo mezzo di estrazione dell'acqua.

Dal rapido cenno che precede sui pozzi trivellati noi rileviamo richiedersi per la loro formazione:

1. Un'esatta conoscenza dell'andamento dello strato acquifero sotterraneo, circostanza questa che presso di noi presenta ancora non poche difficoltà stante la mancanza di buone carte geologiche le quali, oltre alla disposizione planimetrica dei diversi terreni, indichino pure la loro potenza altimetrica.

2. La considerevole spesa che inevitabilmente accompagna simili opere.

Se le due condizioni sovra accennate non possono a meno di limitare presso di noi l'impianto di pozzi artesiani, in gran numero di casi noi possiamo supplirvi con altro ripiego altrettanto utile quanto economico, vale a dire coi serbatoj artificiali.

Supponiamo di avere in una stretta vallata una piccola sorgente della portata, per esempio, di un litro al minuto secondo.

Dalla tavola riferita nella prima parte del nostro studio noi potremo con questa acqua irrigare un ettaro di terreno.

Ritenendo però che ordinariamente presso di noi,

non essendovi l'uso delle marcite, l'irrigazione non ha luogo che per una metà dell'anno, se si chiude con un robusto argine la parte inferiore della vallata, tutta l'acqua che sgorgerà durante i sei mesi nei quali non viene utilizzata si radunerà nel lago artificiale che verrà in tal caso a formarsi, e facendo astrazione delle perdite dovute all'infiltrazione nel suolo ed all'evaporazione, si avrà così un quantitativo d'acqua che potrà servire all'irrigazione di una superficie di terreno circa tre volte maggiore. Ritenendosi però che oltre, all'acqua della nostra sorgente, si viene pure raccogliendo tutta l'acqua proveniente delle meteore acquee che si succedono in questa metà dell'anno, chiaro ne emerge che noi potremo disporre di una quantità d'acqua che non avrà altro limite fuorchè l'estensione del nostro serbatoio e quella dei versanti che lo alimentano.

Le speciali condizioni delle nostre vallate alpine rendendo oltre modo facile ed economico lo stabilimento di questi serbatoj crediamo che non tornerà discaro ai nostri lettori una rapida esposizione delle principali circostanze che vi si riferiscono, e specialmente quanto riguarda il modo di alimentazione, vale a dire la pioggia, e le diverse cause di disperdimento quali sono l'evaporazione alla superficie e l'infiltrazione attraverso al suolo.

La pioggia osserva l'ing. Manès è prodotta dalla precipitazione dei vapori acquee contenuti negli strati aerei, e provenienti dalla evaporazione alla superficie dei mari.

La pioggia dopo la sua caduta si divide in due categorie: la prima, costituente lo scolo di superficie,

comprende le acque che scorrono sul suolo e si rendono direttamente al mare; la seconda categoria, costituente l'assorbimento in generale, comprende le acque che si evaporano alla superficie del suolo bagnato o da quella dei corsi d'acqua, come pure quella assorbita dalla terra e di cui parte restando presso il suolo alimenta la vegetazione, e parte internandosi più o meno profondamente si rende per condotti sotterranei alle sorgenti delle vallate ed al mare.

Tutti i vapori dell'oceano non si precipitano sotto forma di pioggia; vi ha inoltre l'umidità che bagna il terreno sotto forma di rugiada o di nebbia, e delle altre meteore acquee, non che quella che i vegetali assorbono nell'atmosfera. Tutta l'acqua di pioggia non ritorna al mare; una parte è restituita all'atmosfera sia per mezzo dell'essiccazione delle piante, sia per naturale evaporazione alla superficie dei corsi d'acqua e del suolo bagnato.

Una compensazione perfetta si stabilisce fra questi due ordini di fatti, cioè le acque di pioggia che fanno ritorno nell'atmosfera ed i vapori oceanici i quali non si depongono sotto forma di pioggia. Ne consegue che deve esistervi fra le quantità d'acqua che si rendono al mare per mezzo dei fiumi, e quelle somministrate dalle piogge una differenza eguale alla quantità di acqua assorbita dalle terre. Non è dunque all'evaporazione, come lo si crede generalmente, ma all'assorbimento che si deve attribuire questa differenza.

La quantità d'acqua che evapora alla superficie dei continenti e quella che l'assorbimento fa sparire offrono una specie di costanza da un paese all'altro, comparativamente alle grandi oscillazioni che affettano

quella della pioggia, donde una legge rimarchevole di equilibrio naturale in virtù della quale rimane costante la differenza fra l'acqua caduta e quella trascinata dai fiumi, differenza la quale, umettando le piante, la terra e l'atmosfera, è il principio d'ogni esistenza.

Onde potere, conosciuta l'estensione dei versanti che immettono nel serbatojo, determinare il quantitativo dell'acqua che in esso si potrà raccogliere è indispensabile di conoscere l'altezza media della pioggia cadente lungo l'annata, quantitativo indicato dal seguente quadro (1):

(1) Un paese di forma così svariata come l'Italia, ove un monte, una foresta fa sovente svariare la direzione dei venti e degli altri agenti che influiscono sull'andamento del tempo, non potrà mai ricavare un materiale profitto dalle osservazioni fatte da pochi centri isolati, finchè queste non siano localizzate quasi in ogni comune, od almeno in tutti quelli le cui condizioni topografiche-altimetriche presentano differenze tali da lasciare fondatamente supporre possano esercitare una sensibile e differente influenza sui fenomeni meteorologici.

Il modesto corredo di strumenti meteorologici che richiede per tali osservazioni le rende accessibile alla maggior parte. Giova quindi sperare che, progredendo nell'amore della meteorologia, in cadun comune sarà possibile trovare una persona che alla medesima dedichi qualche ora del giorno, tanto più dopo la lodevolissima iniziativa presa dal benemerito Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio colla pubblicazione della Climatologia Italiana.

*Nota dell'Autore.*

N.	DESIG. DELLE LOCALITÀ	Altezza dell'acqua piov. in metri	NOMI DEGLI OSSERVATORI
1	Gran S. Bernardo . . . . .	l. 555	Annali di Ponti e Strade 1842 l. sem., Pag. 190
2	Milano . . . . .	l. 105	Id. 1847 l. semestre » 159
3	Lodi . . . . .	0. 983	Id. 1853 l. semestre » 299
4	Brescia . . . . .	0. 979	De-Gasparin — Corso di Agricoltura
5	Pisa . . . . .	0. 907	Bureau des longitudes
6	Ivrea . . . . .	l. 251	De-Gasparin — Corso di Agricoltura
7	Parma . . . . .	l. 244	Bureau des longitudes
8	Parma . . . . .	l. 470	De-Gasparin — Corso di Agricoltura
9	Bologna . . . . .	0. 800	Bureau des longitudes
10	Chambery . . . . .	0. 536	De-Gasparin — Corso di Agricoltura
11	Roma . . . . .	l. 650	Bureau des longitudes
12	Napoli . . . . .	0. 750	De-Gasparin — Corso di Agricoltura
13	Nizza . . . . .	0. 950	Bureau des longitudes
14	Genova . . . . .	l. 000	De-Gasparin — Corso di Agricoltura
15	Venezia . . . . .	l. 400	Bureau des longitudes
16	Padova . . . . .	l. 346	De-Gasparin — Corso di Agricoltura
	Torino . . . . .	0. 810	Bureau des longitudes
		0. 835	Dizionario dell'arti e delle manufatture.
		0. 860	
		0. 936	
		l. 069	
	Quantità media		

Questo risultato è confermato dalle ricerche di Schow, citate dal S. Kaemtz nel suo trattato di meteorologia. Questo osservatore divise l'Italia in quattro regioni distinte per ciascuna delle quali ottenne le misure seguenti:

Zona delle Alpi	Metri	1. 496
» Transpadana	»	0. 927
» Cispadana	»	0. 633
» Degli Appennini	»	0. 913
Totale		3, 971
Media		0, 993

Questa cifra è assai sensibilmente eguale alla precedente; l'approssimazione sarebbe ancora più grande se, invece di limitarci semplicemente alla media aritmetica, noi avessimo preso la media composta in base della rispettiva superficie delle diverse zone.

La tavola che precede ci dà la quantità d'acqua caduta dal cielo determinata dalle osservazioni udometriche. Ora quest'acqua non si raduna tutta nel serbatoio, ma una parte va dispersa per infiltrazione, e quest'ultima parte riesce tanto maggiore quanto più grande è il potere assorbente dei terreni attraversati dall'acqua di scolo. Quantunque l'esatta determinazione di questa perdita non sia possibile a priori in modo generale, ciò nondimeno crediamo possa tornar utile il conoscere il risultato delle esperienze riferito dal sig. Hervé-Mangon nel rimarchevole articolo sulla scienza agricola di cui il medesimo ha arricchito il Dizionario delle Arti e delle Manifatture pubblicato dal sig. Laboulaye. L'apparecchio impiegato a quest'oggetto è stato inventato da Dalton e porta il nome di questo illustre fisico, (Vallès — Études sur les inondations, Paris 1837, Pag. 41).

### Esperienze del S. Dickinson.

Anni	Pioggia	Infiltrazione	Rapporti
1836	0,787	0,448	0,570
1837	0,536	0,177	0,530
1838	0,560	0,216	0,390
1839	0,794	0,578	0,480
1840	0,547	0,210	0,380
1841	0,813	0,360	0,440
1842	0,671	0,299	0,441
1843	0,672	0,203	0,300
Medie	0,675	0,287	0,420

Dalle esperienze fatte anteriormente da Dalton ebbero a risultare le cifre seguenti:

Pioggia	0,852
Infiltrazione	0,214
Rapporto	0,250

Finalmente il sig. Charnock ripetendo le stesse esperienze venne guidato ai risultanti seguenti:

Pioggia	0,650
Infiltrazione	0,143
Rapporto	0,220

Da queste esperienze, osserva il sig. Vallés, emerge questa conclusione notevolissima che nella suddivisione dell'acqua piovana il fatto dell'infiltrazione attraverso alle terre ha una importanza assai rilevante; avvegnachè queste esperienze dimostrano che, senza raggiungere i limiti estremi, l'infiltrazione può, nei casi ordinarij, elevarsi sino al 37 per 100 del quantitativo totale della pioggia caduta, e che la media della sua intensità avrebbe per misura il rapporto di 35 a 100.

Una non indifferente causa di disperdimento è l'evaporazione che ha luogo alla superficie del serbatojo. Sulle acque stagnanti si ammette che la media giornaliera per tutta l'annata, nei nostri climi temperati sia di quattro millimetri. Questo dato mentre ci porrà in grado di determinare completamente l'effetto utile del nostro serbatojo, ci consiglierà pure ad accrescere per quanto è possibile la profondità dell'acqua onde, diminuendo l'estensione della sua superficie, diminuire pure questa causa così grave di disperdimento dell'acqua.

Il breve esame che prende sui mezzi di provvedere l'acqua occorrente sulla irrigazione di una determinata superficie di terreno sarebbe del tutto incompleto ove non aggiungessimo un breve cenno sui mezzi meccanici, mezzi che in molti casi conciliando la facilità dell'esecuzione colla economia della spesa, non possono a meno di riuscire oltre modo convenienti.

Allorquando un fiume scorre incassato nelle sue sponde a considerevole profondità, le sue acque riescono inutili pei campi adiacenti ove per la siccità muoiono le colture, privando così del voluto compenso il povero coltivatore.

Onde liberare quest'ultimo da questo nuovo supplizio di Tantalo sarebbe necessario che una benigna potenza facesse sollevare le acque e le guidasse sui campi arsi del sole. Questa benigna potenza è la meccanica che risparmiando l'opera dell'uomo volge a suo uso le potenze della natura come l'acqua, il vento ed il vapore.

Per fare conoscere con sufficiente esattezza l'interessante questione dell'elevazione meccanica dell'acqua giova premettere alcune considerazioni estratte dall'eccellente trattato del Delaunay (*Cours élémentaire de mécanique théorique et appliquée*, Paris 1834).

La quantità di lavoro necessaria per elevare una determinata massa d'acqua ad una determinata altezza si otterrà ognora moltiplicando il peso del liquido da sollevarsi, valutato in chilogrammi, per l'altezza alla quale deve venire sollevato valutata in metri.

Il prodotto così ottenuto rappresenterà la quantità di lavoro motore che si dovrà applicare ad una macchina, qualunque sia la sua natura, perchè essa possa produrre il lavoro utile che è rappresentato dall'elevazione della massa liquida all'altezza voluta, fatta astrazione dalla perdita di lavoro cagionata dall'impiego di questa macchina.

Realmente però il lavoro motore applicato ad una macchina destinata all'elevazione di un liquido sarà ognora superiore al lavoro utile che verrà effettuato da questa macchina, essendo impossibile di evitare completamente le perdite di lavoro.

Queste perdite in generale sono dovute:

1.° Al fregamento delle parti solide della macchina le une contro le altre.

2.º Agli urti che possono prodursi fra queste parti solide.

3.º Al fregamento del liquido contro le pareti fra le quali si muove.

4.º Ai bruschi cambiamenti di intensità o di direzione che possono verificarsi nella velocità del liquido.

5.º Alla velocità che il liquido ancora possiede allorchè è arrivato all'altezza alla quale doveva venire elevato, velocità che è intieramente inutile e che non potè venire impressa al liquido che a spesa di una parte di lavoro motore applicata alla macchina.

Allorquando si vuole stabilire una macchina per sollevare un liquido si devono ognora avere presenti queste diverse cause di perdita di lavoro onde poterne, per quanto è possibile, attenuare gli effetti mercè l'impiego di convenienti disposizioni.

Le macchine destinate all'elevazione dell'acqua possono, secondo il Borgnis (*Des machines hydrauliques* — Lib. 1) distinguersi nelle sei specie seguenti:

1.º Secchie ed altri vasi e strumenti che alzano l'acqua per un effettivo trasporto (Secchie, Gotazze a mano ed a castello, Norie, Bindoli, Altaleni idraulici, Ruote a cassette e Timpani idrovori, Coclee).

2. Trombe aspiranti, prementi e miste, tromba a rotazione.

5. Fontane a compressione d'aria come quella di Erone.

4.º Sifoni.

5.º Macchine a colonna d'acqua.

6.º Arieti idraulici.

Due speciali difficoltà per lo più si incontrano nell'adozione di una macchina elevatoria, e sono:

1.º Il costo del motore.

2.º Una certa diffidenza che si ha generalmente sul regolare effetto dei macchinismi.

La prima difficoltà è gravissima, e naturalmente se la nostra macchina elevatoria dovesse venir messa in moto da un motore a vapore o da un motore animato, il costo dell'esercizio della nostra macchina superando il beneficio proveniente dall'irrigazione renderebbe del tutto sconveniente il suo stabilimento. Ove però si potesse disporre di una forza gratuita in allora, eliminata la principale difficoltà, potrebbe l'agricoltura avvantaggiarsi con successo di progressi dell'industria.

Onde accertare che ciò sia possibile noi non abbiamo che a riferire quanto in proposito osserva l'ingegnere Arrivabene, che cioè per lo sviluppo regolare continuo di una forza pari a quella che muove gli opifizi francesi non è necessaria veruna spesa presso di noi.

Parrà forse strana a taluno questa proposizione, e noi non potremo meglio dimostrarla che citando le precise parole del prelodato ingegnere (*Dei raziocinj e dei calcoli per la costruzione delle ruote idrauliche*, Milano 1851).

In Francia nel 1841 lavorarono 2087 macchine a vapore fisse, rappresentanti una forza di 37 266 cavalli-vapore.

Valutando che la quantità di carbone bruciato in un'ora per ottenere la forza di un cavallo-vapore sia in media di chilogrammi 5,50, il consumo di carbone fossile in Francia nel 1841 era di chilogrammi 4923072 al giorno, cioè in un anno di 1477 milioni di chilogrammi. Il costo di questo carbone è almeno di 52 milioni di lire i quali rappresentano un capitale morto di oltre mille milioni.

La media portata del Po è di 1720 metri cubi (Lombardini, Memorie sul Po — Politecnico, fascicoli 13-32) Vogliasi ritenerla di soli 1000 metri cubi; vogliasi inoltre supporre che di questa quantità d'acqua, la quale viene portata nel Po dai copiosi influenti, massime della riva sinistra, scendenti dalle Alpi, si possa fare uso per la sola altezza di metri 1000; cioè per la sola ultima pianura. La forza dinamica che esso rappresenta sarebbe ancora di un milione ed un terzo di cavalli-vapore, cioè (anche reputando perduta una metà della forza nell'applicarla) diciotto volte maggiore di quella complessiva delle macchine a vapore fisse in Francia.

Questo calcolo, che parrebbe meno esatto per altre località, non lo è punto per la parte superiore dell'Italia, ove gli influenti a sinistra sono fiumi e riviere e scorrono lungo tratto sopra terreni lievemente inclinati, ed è quindi possibile, come il dimostra la pratica, trarne infinite derivazioni.

Dopo di ciò bene appare come invano si adduca presso di noi la privazione del carbone fossile quale scusa della nostra inerzia nell'industria: coi mezzi che possediamo dovremmo piuttosto benedire la Provvidenza che ci ha dato *gratis* ciò che altrove costa tesori ingenti ed adoperarci a tutta possa onde procacciare alla patria nostra anche il primato, se sia possibile, in questo ramo così importante del sociale benessere.

Eliminata, almeno per una gran parte di casi, la prima difficoltà rimane la seconda.

Educati alle memorie delle opere eseguite dai Romani noi non possiamo immaginare un canale senza

l'inevitabile corteggio di grandiosi acquedotti e di altri giganteschi lavori, e ripetendo leggermente il vieto assioma che gli acquedotti sono eterni, guardiamo con occhio quasi di compassione il fragile congegno della macchina che tenta rivaleggiare colle classiche opere murali. Frattanto, come osserva il signor Faure in una sua relazione alla Società degli Ing. Civili di Parigi, malgrado la solidità e la grandiosità delle opere romane, le medesime erano destinate a perire e perirono, ed i Papi hanno dovuto nuovamente spendere milioni per ristaurare una piccola parte delle opere idrauliche dell'antica Roma. Egli è quindi naturale il supporre che se gli antichi Romani avessero potuto utilizzare le forze della natura per mezzo delle macchine che noi attualmente possediamo, molte delle loro opere avrebbero subito una radicale trasformazione.

Lontani pertanto dai due estremi o di una entusiastica ammirazione o di una sistematica opposizione, noi sceglieremo fra i diversi mezzi sovra enumerati quelli che concilieranno vie maggiormente fra di loro il massimo effetto utile col minore dispendio possibile, non dimenticando di trarre profitto da quella leva portentosa che è l'associazione, da quel mezzo potentissimo che produce le meraviglie di cui a buon diritto deve andare glorioso il secolo decimonono.