

IL
CANALE SUSSIDIARIO CAVOUR

MEMORIA

del Socio Ingegnere ENRICO BENAZZO

Direttore locale dei lavori

LETTA ED APPROVATA PER LA STAMPA NEGLI ATTI DELLA SOCIETÀ

nelle Adunanze 5 marzo e 12 aprile 1870

INTRODUZIONE

Auspice il conte Camillo di Cavour, l'Ingegnere capo dei Canali Demaniali del Regno Sardo signor Carlo Noè presentava nell'anno 1854 al Governo del Re, un progetto di canale che dando corpo all'idea dell'umile geometra Francesco Rossi, doveva abbondantemente irrigare le estese pianure dell'Agro Novarese e Lomellino.

Le condizioni politiche del Piemonte in quell'anno, e negli anni seguenti, fino all'ultimo ordinamento della penisola, mentre non permisero al Governo di occuparsi della utilissima proposta, tolsero opportunità a qualsiasi concludente trattativa su tale riguardo, per parte di qualche Società di capitalisti.

Fu soltanto dopo la costituzione del nuovo Regno e più precisamente nel 1862, che risollevato il grandioso concepimento di quel canale potè formarsi una Società Anonima che sotto il nome di *Compagnia Generale dei Canali italiani di irrigazione (Canale Cavour)*, assunse la costruzione e

l'esercizio per 50 anni del nuovo Cavo e di varii altri canali demaniali.

Questa Società provvide per mezzo dell'Impresa Scanzi, Bernasconi e Comp. all'esecuzione della grand'opera che incominciata nel 1863 e sempre sotto l'alta direzione del commendatore Carlo Noè, ebbe quasi compimento poco innanzi alla primavera del 1866.

Se non che il mal genio del disavanzo che pare abbia preso da alcun tempo a perseguire molte grandi Società industriali o commerciali — ed altre istituzioni di finanza — di già aveva scagliata la sua maledizione su questa Compagnia; ed il fallimento, fin allora soltanto temuto, fu visto avvicinarsi inesorabilmente, e poi convertirsi in triste realtà il 19 luglio 1867.

Venne perciò, poco dopo, sostituito al Consiglio di Amministrazione della Società un Sindacato del fallimento nelle persone dei signori:

Comm, avvocato Giacomo *Plezza*, Senatore del Regno;

Cav. dott. Vincenzo *Verga* Presidente dell'Associazione Vercellese d'irrigazione all'ovest della Sesia;

Cav. Felice *Bianchini* già direttore del Banco di Sconto e Sete.

Il Comm. Noè per sue particolari ragioni di delicatezza aveva di già rinunciato alla Direzione tecnica della Compagnia, per cui fu dal Sindacato assunto all'esercizio delle funzioni di Direttore Generale tecnico col titolo di Ingegnere capo il signor Gabriele Susinno già Ingegnere capo dell'in allora Provincia, ora Circondario di Lomellina, ed in quell'epoca Ispettore della Compagnia medesima.

E l'Amministrazione sindacale allo scopo di utilizzare quanto sollecitamente e meglio era possibile le risorse alla sua cura affidate, dava incarico al signor Susinno di studiar modo di dispensare quanta maggior acqua potevasi col canale Cavour ed accrescere così i proventi Sociali.

La dispensa d'acqua per altro era la minore delle difficoltà. La maggiore era la seguente: che nelle annate di

grande siccità era provato non bastare il Po a soddisfare a tutti li prevedibili bisogni delle terre, al cui soddisfacimento sono principalmente devolute le acque portate dal Gran Canale.

Ad assicurare copiosa irrigazione a quelle terre, natura offeriva la preziosa particolarità della Dora Baltea che per lo scioglimento delle vicine nevi, porta acque abbondanti allora appunto che il Po trovasi in magre acque.

Nessun miglior mezzo adunque per giungere allo scopo desiderato, che convogliare buona parte delle acque estive della Dora Baltea per immetterle nel Canale Cavour. Questa idea, di ricorrere alla Dora Baltea in caso di deficienza nel Po, il signor Noè di già l'aveva accennata e trovasi ricordata dall'art. 29 della Convenzione costitutiva della Società. Ma uno studio del come praticarla, non era per anco stato tentato.

Fissato in tal guisa il campo degli studi a farsi, il signor Susinno si propose il problema della convenienza di derivare le volute acque mediante un diretto ed apposito canale mediante ampliamento e prolungamento di qualche canale già esistente e di già derivante le acque di questo medesimo fiume.

E tale studio l'autore del progetto compì con tanta giustezza di vedute e severità di ragionamenti e di calcoli da valergli l'onore di vedere accolte dal Consiglio superiore dei Lavori Pubblici le conclusioni cui fece capo e con lievissime variazioni, il progetto stesso da lui redatto e presentato alla governativa approvazione.

Riassumeremo qui appresso i principali motivi che fecero, fra le parecchie idee, dare la preferenza a questa, di aprire il nuovo Canale, la di cui illustrazione è precipuo scopo di questa memoria.

PARTE PRIMA

Dei vari progetti tendenti a sussidiare il Canale Cavour e più particolarmente del progetto adottato di diretta derivazione.

PRELIMINARI.

Il Po presso Chivasso nelle magre estive degli anni 1866 e 1867 ebbe ridotta la sua portata a circa metri cubi *quaranta* per minuto secondo. Ed essendo il Canale Cavour stato costruito per la portata di metri cubi *cento dieci*, lo aumento riputato utilissimo agli interessi della Compagnia ed alle campagne del Novarese e della Lomellina, non meno che necessaria onde veder utilizzata tutta l'ampiezza del Canale medesimo, doveva essere di metri cubi *settanta*, che potevasi ottenere in parecchi e differenti modi aventi separatamente per base:

1° L'ampliamento del Canale d'Ivrea coll'apertura di un tronco nuovo.

2° L'ampliamento del Canale di Cigliano coll'apertura eziandio d'un tronco nuovo.

3° L'ampliamento del Canale del Rotto coll'apertura ancora d'un nuovo tronco.

4° L'apertura di un Canale interamente nuovo (che è quello eseguitosi).

Esaminiamo partitamente tutti questi progetti.

CAPITOLO I.

Progetti aventi per base l'ampliamento del Canale d'Ivrea.

Il Canale detto d'Ivrea è derivato dalla Dora Baltea presso la città d'Ivrea (*Vedi Tav. I, Fig. 1^a*); corre sinuosamente e nella direzione generale da nord a sud al piede della collina fiancheggiante la sponda sinistra della Vallata Dora; risvolta bruscamente alquanto al disotto di Cigliano, indi volge verso Santhià e sottopassando il Canale di Cigliano ed il Canale Cavour, mette capo nel roggione detto di Vercelli presso questa medesima città.

Esso può dividersi in tre tronchi, il primo a partire dall'origine, all'incontro del Canale di Cigliano — della lunghezza di *cinquanta* chilometri; — il secondo da detto incontro all'intersecazione del Canale Cavour — della lunghezza di *sette* chilometri; — il terzo da detta intersecazione al termine — della lunghezza di chilometri *diciasette*.

La sua portata massima è di circa metri cubi 18,00 per 1".

Sono derivati dal primo tronco il navigliotto della mandria, detto anche di Santhià; dal secondo tronco il Navigliotto di Asigliano detto anche di Tronzano, quello di Crova o delle Tane ed il Navigliotto del Termine; dal terzo tronco il Navigliotto di Salasco.

Lungo il canale d'Ivrea e dai derivati dal medesimo, esiste un cospicuo numero di bocchetti perpetui (e perciò, senza un regolare procedimento giudiziale, intangibili), aventi la loro bocca in fregio al Canale e senza paratoia, la cui erogazione cresce col crescere dell'altezza d'acqua nel Canale,

e sorpassa fra il primo ed il secondo tronco accennato la metà della totale portata del Canale.

Rimanendo quindi impossibile di soddisfare a tutte le altre dispense che debbono aver luogo lungo l'intero sviluppo del Canale d'Ivrea con la quantità d'acqua sopravanzante ai bocchetti perpetui, viene questo Canale sussidiato da quello di Cigliano, mediante la bocca detta della *Restituzione* che accresce di circa metri cubi 8,00 la sminuita portata del primo tronco del Canale d'Ivrea.

1° Una prima soluzione del quesito a risolvere poteva aversi col dilatamento dei due primi tronchi di questo canale e coll'apertura, superiormente al salto detto delle Tane, di un nuovo tronco di un chilometro e mezzo di lunghezza per l'immissione delle acque nel canale Cavour.

Ma l'immensa lunghezza (km. 57.00) degli accennati due primi tronchi di canale; — la grande quantità d'acqua erogata dalle bocche perpetue sul medesimo esistenti; — la posizione del canale che per lunghe tratte corre sul ciglio di un elevato altipiano, od a metà costa, allontanarono l'autore dell'eseguito progetto da questa prima idea.

2° Avrebbe potuto offrire un secondo mezzo di sussidiare il Canale Cavour, l'ampliamento del secondo tronco del Canale d'Ivrea, eseguendo eziandio un conveniente ampliamento del primo tronco del Canale di Cigliano, della lunghezza come vedremo di chilom. 21. 00; ma a tale scopo avrebbersi dovuto aprire quella tratta di nuovo Canale di un chilometro e mezzo di lunghezza or ora accennato.

Un esame per quanto non profondo di questo secondo progetto, basta a lasciar intravedere i numerosi inconvenienti e le immense spese cui avrebbe dato luogo la sua esecuzione, per cui non è a dire se questo eziandio, come il primo enunciato abbia potuto essere dal signor Susinno preso in considerazione.

CAPITOLO II.

Progetti aventi per base l'ampliamento del Canale di Cigliano.

Il Canale di Cigliano deriva le acque dalla Dora Baltea a ponente dell'abitato da cui prende nome, fiancheggia la Dora per poco più di cinque chilometri, indi ripiega bruscamente verso nord-est fino a raggiungere presso Carisio il torrente Elvo in cui mette capo.

Questo Canale della totale lunghezza di chilometri 31, 00 vuoi essere distinto in due tronchi, il primo di chilom. 21,00 dalla presa al suo incontro col Canale d'Ivrea; il secondo di chilom. 10, 00 dal detto incontro allo sbocco.

Il primo tronco, — dilatato dall'antecessore del signor Susinno, comm. Noè nell'anno 1858, allo scopo di renderlo capace di portare *cinquanta* metri cubi, — può all'estremo limite portarne 56, 00 per 1"; la portata del secondo tronco è al massimo di metri cubi *ventotto*.

Ma osservisi che i vincoli dei bocchetti perpetui e le dispense temporarie ordinarie richiedono che nel primo tronco di questo Canale fluiscano almeno 44, 00 metri cubi di acqua.

Vediamo ciò non di meno in quali modi potrebbe darsi il sussidio al Canale Cavour col Canale di Cigliano.

1° Ampliare entrambi i tronchi di questo Canale portandone la capacità almeno al doppio di quella del primo tronco e ciò perché occorrendo pel Canale Cavour da 60 a 70 metri cubi d'acqua, questa quantità unita a quella di metri cubi 44, 00 strettamente necessaria al primo tronco, darà appunto per somma circa il doppio di quella del primo tronco del Canale di Cigliano; — immettere poscia il sussidio nel tor-

rente Elvo per estrarnelo mediante apposita chiusa; e con apposito canale portarlo in quello Cavour.

2° Ampliare il primo tronco del Canale di Cigliano, servirsi poi del secondo tronco di quello d'Ivrea pure ad ampliarsi; e costruire il ripetutamente menzionato nuovo tratto della lunghezza di chilometri uno e mezzo per provvedere all'immissione del sussidio nel gran Canale.

3° Ampliare il primo tronco come sopra si disse, e scavare un nuovo tratto di cavo di circa 7,00 chilometri di lunghezza, per congiungere il canale di Cigliano col Cavour.

Di questi tre progetti il secondo è al certo il meno sconveniente, tuttavia risultò da espressi calcoli che, a causa del gran numero di edifizi esistenti lungo il Canale di Cigliano, l'eseguimento di esso cagionerebbe una spesa di molto superiore a quella necessaria per l'esecuzione del progetto adottato.

CAPITOLO III.

Progetti aventi per base l'ampliamento del Canale del Botto.

Il Canale del Rotto ha la sua presa d'acqua a circa due chilometri a valle di quella del Canale di Cigliano.

La sua direzione è all'incirca quella dei canali sopra descritti fino a quasi incontrare — fra Saluggia e Crescentino e dopo un percorso di circa 10 chilometri — il Canale Cavour, che lascia sulla sua destra e costeggia nella stessa direzione N. E.

La portata massima di cui è capace il Rotto è di circa m. c. 17 per secondo.

La distanza minima che lo separa dal Cavour è di circa

300 metri, per cui quello meglio che i canali d'Ivrea e di Cigliano pareva offrire mezzo di portare le acque della Dora nel Gran Canale.

Furono all'uopo eseguiti accurati rilievi, e gli opportuni studi e calcoli; ma a poco questi valsero, essendoché varie e rilevanti cause concorrevano a far respingere *a priori* eziandio questo progetto; e sono:

1° I vincoli esistenti sul Canale in discorso e che riducono a non più di metri cubi undici, l'acqua disponibile del Rotto;

2° Le cattive condizioni di giacitura del Canale, il quale in più luoghi trovasi gravemente minacciato dalle acque della Dora stessa;

3° L'esistenza dei numerosi edifizi e manufatti murarii che si avrebbero dovuto ampliare o ricostruire.

Egli è specialmente su questo ultimo progetto e sul secondo del Canale di Cigliano che ebbero più particolarmente luogo lunghe e severe disamine per parte di distintissimi idraulici e costruttori, di cui alcuni opinavano contrariamente al signor Susinno; ma alla perfine il concetto generale della soluzione che questi propugnava — quello cioè di una diretta derivazione — fu, come già dicemmo, il prescelto.

Stabiliti in tal guisa i limiti delle ricerche può ben affermarsi che il nodo della questione sul *come* sussidiare il Canale Cavour fosse sciolto.

Riassumendo il fin qui esposto diremo che: l'ampliamento di un Canale già esistente si risolveva:

In un ampliamento ed in una ricostruzione di un grandissimo numero di manufatti da compiersi in un periodo di tempo brevissimo, e poco conveniente per le costruzioni murarie, per non soggiacere al pagamento di ingenti somme a titolo di indennità per mancata irrigazione.

In uno spreco d'acqua cagionato dalle molte bocche perpetue esistenti sul Canale ampliato.

Nell'apertura di un più o men lungo tratto di Canale nuovo.

Nell'aggravamento di talune tristissime condizioni di giacitura del Canale a scegliersi.

Consequentemente avrebbesi avuto una spesa ben maggiore che non eseguendo la diretta derivazione progettata.

Avrebbesi avuto inoltre poca libertà d'azione sull'intero Canale ampliato; e per ultimo quasi affatto sarebbe mancata quella sicurezza di comando cotanto necessaria per un buon servizio d'irrigazione.

Per contro: economia nella spesa — solidità di costruzione — libertà massima di manovra — e sicurezza in ogni tempo di sussidiare il Gran Canale, vedremo essere precipue doti della diretta derivazione eseguita e della quale di proposito ora ci intratterremo.

CAPITOLO IV.

Progetto di diretta derivazione.

Risulta da misure state fatte nell'estate 1867 — anno di grandissima siccità — che la Dora Baltea inferiormente alla chiusa del Canale del Rotto, cioè dopo aver servito a tutte le derivazioni dei Canali già demaniali ed alle altre di maggior importanza comunali o private, portava ancora circa 110,00 metri cubi d'acqua per secondo.

Niun dubbio adunque che possano sempre estrarsene almeno m. c. 70,00. Come eziandio risulterà fuori contestazione, la convenienza di un apposito Canale se prendansi a considerare le condizioni altimetriche — sotto tale rapporto delle più favorevoli — della Dora Baltea rispetto al Canale Cavour in sul termine del valico della vallata; prima cioè che il gran Canale rientri in trincea.

Quivi l'ordinata del pelo acqua del Canale alla sua massima competenza è di circa 173^m,00 sul livello del mare.

Il pelo - acque - estive del fiume sotto il Ponte-Canale-Dora è circa all'ordinata 165,89 distante da 173,00 di m. 7,11 che diviso per 2,80 — pendenza per chilometro del pelo delle acque estive in questa tratta del fiume — constatata che a circa km. 2,540 a monte del ponte canale, seguendo tutte le sinuosità del filone, trovasi il pelo - acqua - Dora all'ordinata 173,00; e risalendo ancora — poniamo — 500 metri al fine di guadagnare la pendenza necessaria al deflusso delle acque nel Canale in progetto (che derivato presso il Ponte-Ferrovia non potrebbe riescire più lungo di chilom. 4,00), si trova per ordinata del pelo - acque - estive presso il ponte della ferrovia: 174,40.

Così quest'ordinata che molto prossimamente è la vera (174,38) dimostra assicurata la possibilità di immettere nel Canale Cavour, con breve percorso, le acque quivi derivate dalla Dora.

Ma ciò che è pur soddisfacente si è il vedere come questi calcoli di massima additassero come località a fissarsi per la derivazione le circostanze del ponte ferroviario più volte accennato.

Condizione essenziale e che non vuoi essere disconosciuta nello stabilimento di una presa d'acqua — e specialmente di una grande presa — si è che la località a scegliersi sia facilmente difendibile dagli insulti delle grosse acque, e tale inoltre che non si abbiano in essa a temere pregiudicevoli spostamenti dell'alveo fluviale.

E nel caso nostro, a causa del gran rilevato che attraversa la intera Vallata Dora, le condizioni di stabilità delle opere e di fissità dell'alveo non possono essere migliori.

Mentre quindi riguardo allo stato altimetrico può dirsi una necessità il disporre poco a valle del ponte dalla ferrovia la derivazione del Canale sussidiario Cavour; riguardo alle rispettive posizioni planimetriche delle opere, può ben dirsi una saggia determinazione.

Fissato così il punto di presa delle acque, principale cura dell'autore del progetto fu di stabilire il tracciato del canale in guisa che questo fosse quasi interamente in iscavo, od almeno che il suo fondo non fosse superiore al piano di campagna. — Il tracciato che rispose a questa condizione è quello rappresentato dalla Figura 1^a, Tav. II — Per la sola ultima tratta di circa 500 metri di lunghezza, avrebbersi dovuto rialzare considerevolmente il fondo e ad evitare tale inconveniente venne fatto nel fondo stesso un salto di 1^m,61 dopo il quale il fondo continua parallelo all'antecedente livelletta (Tav. I, fig. 4^a).

Le sponde peraltro non soffrono abbassamento di sorta e continuano ad avere quella altezza che avrebbero dovuto avere ove nel fondo non si fosse praticato salto alcuno.

Ma non fu al solo fine di evitare rialzamento di fondo che venne stabilito il salto accennato, sibbene eziandio:

1° Per non dare al fondo una soverchia pendenza ;

2° Per poter formare un bacino di deposito dei materiali che in gran copia le acque estive della Dora Baltea portano seco loro e che sono meno utili alle terre che non quelli portati dal Po.

La pendenza del nuovo canale fu stabilita di poco meno che 0^m,32 per chilometro (ed esattamente m. 0,317); essa trovasi adunque minore di quella del Canale Cavour nel rilevato della Dora, che è 0^m,36; e tale d'altronde da evitare facili interrimenti.

La lunghezza dell'intero cavo essendo di m. 3153,00, il pelo acqua a valle chiavica dovrà così raggiungere la ordinata 174,00 ; e per non aver soverchia altezza d'acqua o soverchia larghezza di Canale, fu fissata a metri 1,80 la profondità d'acqua ad aversi nel Canale prima del salto ; per cui dalle formole del moto uniforme coi coefficienti di Eytelwein, risulta la larghezza media della sezione bagnata di m. 33,80; e disponendo le sponde coll'inclinazione di 45° si ottiene di m. 32,00 la larghezza misurata sul fondo (Tav. II, fig. 4^a); risulta poi per il valore della velocità media:

$$V = 1,15$$

Le formole di Bazin ci darebbero risaltati alquanto differenti. Infatti se ricaviamo con queste il valore della velocità media ritenendo per sezione quella adottata, si avrà colla formola per le pareti poco unite (cioè in muratura di *moellons*) $V = 1,370$; con quella per le pareti in terra (e probabilmente guarnite di vegetazione) $V = 1,025$.

Noi invece che abbiamo dovuto selciare in massima parte le sponde — per essersi in molte tratte trovato terreno sabbioso e poco consistente — saremo in un caso intermedio ai due considerati da Bazin ; reputiamo anzi molto razionale l'adozione fattasi dall'autore del progetto dell'ampiezza data dalle formole dapprima ricordate perocché questa appunto risponde, a nostro giudizio, assai bene al caso accennato.

Il fondo Canale immediatamente a valle dell'edilizio di presa vedemmo fissato all'ordinata 174,00 — 1,80 cioè: 172,20.

Dovendo poi essere la portata del Canale di m. e. 70,00 ed il massimo pelo acqua a valle, e presso la chiavica all'ordinata 174,00 e trovandosi verificate le condizioni delle luci quali dall'apposito disegno risultano (Tav. IV, fig. 2^a), e colle paratoie sollevate, — si vedrà aversi quelle a ritenere come luci rigurgitate senza battente.

Dubuat e D'Aubuisson ritengono che il prodotto di una bocca senza battente che immetta direttamente le acque in un canale, il cui fondo sia a livello con quello della bocca, sia eguale al prodotto di un'altra che fosse rigurgitata fino all'altezza del suo labbro superiore ed avesse per battente la differenza di livello fra il pelo d'acqua del recipiente a quello del canale ove il regime di quest'ultimo comincia ad essere uniforme e regolare.

Per altro come coefficiente di riduzione è consigliato un valore maggiore dell'ordinario e compreso secondo Dubuat fra 0,70 e 0,95 (i limiti inferiori pei canali più stretti).

Quindi è che dicendo S l'area di una luce sotto il livello del pelo acqua a valle, x la differenza di livello dei due peli d'acqua; Q la quota parte di portata di una sola delle 18 bocche (m. c. 3,888); ed il coefficiente di riduzione $m = 0,95$

si ricava dalla forinola

$$Q = mSV2gx$$

il valore di $x = 0,12$; vale a dire che per avere la portata di m. c. 70,00 nel canale, ed a cui corrisponde la altezza sulla soglia a valle di m. 1,80 occorre sulla soglia a monte l'altezza d'acqua di m. 1,92 ; che è quanto dire che il ciglio diga duopo è si trovi a $172,20 + 1,92 = 174,12$ sul livello del mare ; ovvero che sia assicurata una lama d'acqua sulla diga di m. 0,12 di spessore.

E tale condizione trovasi da natura in ogni tempo abbondantemente soddisfatta; perocché risulta, ricorrendo alla forinola di Castel, che abbisognano per ciò metri cubi 16,00 stramazanti dalla diga, i quali aggiunti ai 70,00 che defluirebbero nel Canale, sommano in totale ad 86,00 e la Dora presso la scelta località nel tempo delle sue acque estive non porta mai meno di cento metri cubi.

Si ridusse quindi l'altimetria del ciglio diga all'ordinata 174,00 affinché non sia reso troppo sensibile per le campagne superiori gli effetti del rigurgito che dalle varie opere costrutte nell'alveo sarebbe prodotto.

Proponiamoci ora di fissare razionalmente l'altimetria dei cigli argini presso Dora, che val quanto determinare la sopra elevazione del pelo acqua in tempo di massima piena sull'antico pelo, pure in acque massime nel bacino a monte diga.

Perciò d'uopo è dare uno sguardo alle opere che concorrono ad assicurare, o ad agevolare la derivazione.

La fig. 2^a, Tav. I, segna la planimetria delle accennate opere ; e per incominciare con ordine di posizione e non di importanza, diremo che a destra corrente vi ha un argine longitudinale insommergibile avente il suo intesto presso il quarto di cono a valle dello spallone destro del ponte ferroviario , e (normalmente procedendo al ponte medesimo per m. 200) va a servire d'intesto alla diga che oltrepassa di metri 68,50.

La diga è normale alla corrente, è quindi parallela al ponte della ferrovia ed è lunga 200,00 metri ; il suo intesto sinistro si fa nel fianco destro dello scaricatore che verso a monte raggiunge un'altezza insommergibile.

Viene in seguito il grande arco dello scaricatore, sotto il quale trovansi le porte dette *marinières* (*) la cui totale luce libera è di m. 14,40 e la cui soglia ha l'ordinata 172,25 (Tav. V. fig. 5^a).

La citata luce libera è divisa in due parti da una pila isolata la cui fronte verso a monte è cilindrica e di m. 2,20 di diametro e che cessa a m. 174,40.

Il piccolo arco dello scaricatore fa luogo a quattro luci a paratoie comuni della totale apertura libera di m. 5,60 aventi la soglia all'ordinata 172,00. L'imposta dell'arco trovasi a m. 174,30 ed il sott'arco a m. 175,00, la corda essendo di m. 6,80.

Dopo l'ampio risolto del muro di sinistra dello scaricatore trovasi la chiavica di derivazione, costituita in primo ordine da N. 9 arcate di 3^m,22 di corda e metri 0,30 di saetta, impostate su muriccioli di pietra da taglio e divisi alle due estremità (nel senso della corrente) in due scompartimenti a ciascuno dei quali corrisponde una paratoia a monte ed una a valle della chiavica.

La parte sinistra di questo edificio è poi rilegata al gran rilevato della ferrovia a sinistra Dora per mezzo di argine longitudinale divergente lungo metri 120,00.

In tempo di piena le paratoie dalla chiavica debbono essere affatto abbassate ; quelle del piccolo arco scaricatore affatto sollevate e le porte *marinières* aperte completamente.

In questo stato di cose vediamo di quali elementi abbiasi

(*) Queste porte diconsi *marinières* perché usate dapprima alla foce di qualche fiume per conservarvi la navigazione anche in tempi di basse maree.

(Memoria PONTI *Giornali del Genio Civile*. Parte non ufficiale, 1868, pag. 540).

a tener conto per determinare l'altezza che raggiungerà il pelo delle massime acque a monte diga.

Noi non terremo conto della velocità con cui l'acqua s'affaccia alle luci che avremo a considerare, vale a dire che supporremo stagnante l'acqua nel bacino a monte diga, la qual cosa non è esatta, ma per il caso nostro è prudente ammettere perocché, dichiarando la velocità di erogazione tutta dovuta all'altezza che si cerca, quest'altezza peccherà per eccesso, non certo per difetto. Sarà così ognor più assicurato l'esito delle opere se queste risponderanno al caso alquanto più grave da noi supposto.

Se per altro si volesse tener conto della velocità della corrente, agevole sarebbe determinare l'altezza dovuta alla velocità di erogazione delle varie bocche e avere così un valore approssimativo dell'eccedenza che si ammette.

La portata massima della Dora Baltea in questa località — determinata in seguito ai più accurati rilievi e calcoli dall'Ingegnere Ispettore Cesare Marchetti, che pur coadiuvò l'Ingegnere Capo nella compilazione di questo progetto — può ritenersi di m. e. 3150,00 per secondo.

Questa considerevole quantità d'acqua deve in parte defluire per istramazzo sulla diga, in parte per le luci delle due porte *marinières*, in parte sopra la pila che trovasi fra le porte medesime, in parte ancora per le quattro luci del piccolo arco scaricatore.

La formola di Castel non può in questo caso per la diga e per lo scaricatore essere impiegata; e ciò perché ritieni dare essa buoni risultati quando la lama di acqua sullo stramazzo sia di spessore minore del terzo dell'altezza della diga medesima e nel caso nostro, tale condizione non è per essere punto verificata.

Dobbiamo invece per le tre prime citate erogazioni ritenere nel caso di erogazione di bocca rigurgitata, senza battente, per il calcolo della cui portata occorre la differenza di livello fra i peli a monte ed a valle; del quale ultimo conosciamo l'altimetria.

Infatti osservisi che se le opere progettate ed eseguite alterano il regime del fiume per buona tratta a monte di esse, ciò non ha ragione di essere a partire da non molto a valle delle medesime e procedendo verso la foce.

Quindi è che non molto a valle della diga e della fronte dell'edifizio scaricatore, il pelo delle acque massime non si sposterà in modo sensibile dall'altezza colà raggiunta antecedentemente alla costruzione delle nuove opere.

Esso era prima della costruzione del ponte-canale sulla Dora per il Canale Cavour, all'ordinata 176,20 ed alla medesima ordinata deve ora trovarsi per non risentirsi, nella località considerata, l'effetto del rigurgito prodotto dal ponte-canale medesimo.

Così essendo le cose, ed avvertendo che si ha a tener conto delle erogazioni di quattro differenti luci, d'uopo è operare come segue:

1° La erogazione che ha luogo sopra la diga dovendo ritenersi sgorgante da bocca rigurgitata senza battente, ci sarà data per la porzione di luce a considerarsi come *libera* dall'equazione :

$$Q_1 = 2,952 \text{ mi } x \sqrt{x}$$

dove:

Q_1 = portata della parte di luce ritenuta libera;

m = coefficiente di riduzione che in questo caso secondo le esperienze di Bidone assumeremo = 0,70 ;

l = lunghezza della diga = metri 200,00;

x = differenza di livello da monte a valle della diga nelle massime piene.

Per la porzione di luce *rigurgitata*, la accennata relazione fra la portata, la ampiezza della luce e l'altezza dovuta alla velocità di efflusso è espressa dall'equazione

$$Q_t = mSV\sqrt{2gx}$$

dove conservando il medesimo significato alle già scritte lettere si rappresenta con :

Q_r = la portata della luce *rigurgitata*;

S = la superficie della parte di luce che trovasi sotto l'orizzontale passante per il pelo a valle = 440,00 m.q.;

g = la velocità che la gravità imprime in un secondo.

2° Similmente per la portata delle due luci cui corrispondono le porte *marinières* si avrà dopo fatte le sostituzioni delle cifre alle lettere :

$$Q'_1 = 2,952 \times 0,70 \times 14,40 \times \ddot{O} x$$

$$Q_r = 0,70 \times 56,90 \ddot{O} 2gx$$

3° Per la erogazione che deve aver luogo sopra la pila di mezzo del grand'arco dello scaricatore (più quella scorrente a destra sopra i tre ultimi gradini della scala) si ha parimenti :

$$Q''_1 = 2,952 \times 0,70 \times 2,80 \times \ddot{O} x$$

$$Q_r = 0,70 \times 5,04 \times \ddot{O} 2gx$$

4° Per la erogazione infine delle bocche sommerse del piccolo arco dello scaricatore si ha :

$$Q''' = 0,95 \times 15,29 \ddot{O} 2gx$$

E dovendo la somma di tutte le parziali portate scritte essere eguale a 3150 metri cubi, si fa capo — eseguendo detta uguaglianza e le operazioni indicatevi — alla seguente equazione di terzo grado completa:

$$x^3 + 7,22 x^2 + 13,05 x - 49,30$$

la cui radice che fa al caso nostro è:

$$x = 1,73.$$

Vale a dire che il pelo delle massime acque nel bacino dinanzi alla derivazione, raggiungerà — essendo tutte le porte dello scaricatore affatto aperte, — l'ordinata:

$$176,20 + 1,73 = 177,93 \text{ ed in cifra tonda } 178,00.$$

Ed è per avere un metro di franco oltre il pelo calcolato delle massime acque, che diedesi al piano superiore dello scaricatore — all'estremità verso la chiavica dell'argine sinistro della Dora — ed all'estremità di quel di destra l'ordinata 179,00.

Ci si potrà dire che l'adozione delle usate formole e più ancora degli impiegati coefficienti non risponde con esattezza ai vari casi stati contemplati.

Ma cotesto più che a noi è forse in massima parte imputabile allo stato della idraulica pratica, la quale in quanto riguarda misurazioni di grandi portate, manca di accurate esperienze.

Questo vuoto pare per altro sia per essere colmato se al Governo, come tutto porta a credere ed è grandemente a desiderarsi, piacerà di accogliere le proposte della Commissione incaricata di studiare la esatta dispensa d'acqua del Canale Cavour e di cui fanno parte valenti idraulici, fra i quali il Richelmy, il Turazza, il Possenti, l'Ing. Rocco Colli.

Rimane ora a constatare l'estensione del rigurgito.

Ritenendo che il rigurgito si estenda ad una volta e mezzo l'ampiezza idrostatica, e rammentando che la pendenza della Dora nelle massime piene prima della costruzione delle nuove opere, era presso al ponte della ferrovia di m. 3,36 per chilometro, si deduce che il rigurgito prodotto dalla diga ed annessi manufatti non si estenderà oltre 800^m,00 a monte diga; e come risulta dall'esame delle sezioni trasversali della Dora, poco a monte del ponte ferroviario, non vi ha ragione di preoccuparsi dei tristi effetti di una grande piena.

L'altimetria del ciglio dell'argine fra la Dora e l'alveo del canale scaricatore, venne fissata coll'ordinata 177,00 cioè lasciando un franco di 0,50 sul pelo massimo antico nella località poco a valle diga.

Riferiremo ancora, prima di chiudere questo capitolo, come conseguenza dei fatti calcoli, che le erogazioni dello scaricatore arco piccolo, dello scaricatore arco grande (entrambi affatto aperti) e della diga in tempo di massime piene, sono in valore assoluto circa mc. 84, 334 e 2732, cioè stanno fra loro all'inarca come numeri 1 : 4 : 34.

PARTE SECONDA

Della costruzione dei canale.

CAPITOLO I.

Condizioni generali dell'appalto

L'esecuzione della grandiosa opera di cui si esposero fin qui le basi di progetto, fu dopo averne ottenuta l'approvazione governativa — messa all'asta il 19 febbraio 1869, dal sindacato del fallimento.

La condizione più onerosa del Capitolato d'appalto era quella del tempo accordato per compiere l'intiera opera; tempo, che a vero dire, era brevissimo. — In soli quattro mesi — dal 1° marzo a tutto giugno 1869 — doveansi portare le opere in istato di servizio non solo, ma di perfetto compimento; e ciò fu principal causa per cui si ottenne all'asta un tenuissimo ribasso, cioè soltanto il 0,50 per cento sui prezzi del Capitolato.

Ragione di cotanta fretta aveasi nel probabile bisogno di sussidiare ancora nella stagione estiva di quest'anno il Canale Cavour, ove la portata del Po fosse di molto scemata e divenuta insufficiente a soddisfare gli obblighi dalla Compagnia assunti verso gli utenti delle acque.

E fu gran ventura che il Po bastasse al bisogno, peroc-

che tutte le opere di questo Canale non erano a tempo debito compite, e l'immissione delle acque — che peraltro sarebbero potute egualmente fare, — avrebbe recati se non gravi danni, certo punto vantaggio ai manufatti.

Ogni opera o provvista, il Capitolato d'appalto stabiliva a misura, i soli movimenti di terra (non compresi gli scavi di fondazione delle opere d'arte) e le deviazioni d'acqua e gli aggotamenti venivano corrisposti con una somma a corpo. — Cioè lire 178.511,00 per i mc. 217.266,00 di scavo o di rialzo peritanti preventivamente e sino al decimo in più di detta quantità ove fosse dopo l'asta riconosciuto necessario eseguire qualche variazione nel tracciato; e lire 40.000,00 per le deviazioni ed aggotamenti occorrenti.

I prezzi delle opere a misura risultano dal seguente elenco:

1° Scavi per l'apertura di uno scaricatore eventuale compreso il loro trasporto in regolare rialzo al m.c.	L.	0,80
2° Scavi per fondazione in asciutto o sub-acquei delle opere d'arte, al m. c. . . . »	m.	1,00
3° Tavoloni di rovere di 0,08 di spessore per steppefitte in opera non compresa la chioderia, al m.q. »	m.q.	12,00
4° Legnami di rovere per pali, compresa l'infissione e lungherine, compreso il collocamento in opera meno la chioderia, al m. c. . . . »	m.	100,00
5° Legname rovere per travicelli squadrati a spigolo vivo ed a perfetta quadratura in opera, al m. e. »	m. e.	110,00
6° Legname di larice rosso o di quercia per grosse travature a spigoli vivi in opera, al m. c. »	m. c.	90,00
7° Assate formate con tavole di quercia per contegno del calcestruzzo nelle fondazioni in opera, compresa la chioderia ed i pali a contegno delle assate, al m. q. »	m. q.	5,00
8° Assate di pioppo per cassero delle fondazioni degli edifici minori in opera come sopra, al m. q. »	m. q.	3,00

9° Muratura di calcestruzzo in opera, al m. c. »	m. c.	14,00
10. Muratura mista di grossi ciottoli spaccati o scapoli con doppia cintura di mattoni ad ogni m. 0,60 di altezza, al m. c. »	m. c.	16,00
11. Muratura di ciottoli naturali, al m. c. »	m. c.	14,00
12. Muratura di mattoni comuni per muri di fabbriche, al m. c. »	m. c.	22,00
13. Muratura di mattoni scelti per rivestimento, paramento, volte di edifici idraulici, coltellate, parapetti, al m. c. »	m. c.	28,00
14. Muratura di volte per magazzini e cassotti, al m. q. »	m. q.	3,40
15. Muratura di cantoni (pietrame lavorato di m. 0,15 a 0,80 di grossezza e di 0,30 a 0,50 di lunghezza) per rivestimento, al m. c. . . . »	m. c.	28,00
16. Muratura di scapoli (pietrame informe) per rivestimento, al m. c. »	m. c.	16,00
17. Muratura a secco di scapoli e grosse pietre, al m. c. »	m. c.	12,00
18. Muratura di pietra da taglio a grana ordinaria, al m. c. »	m. c.	110,00
19. Muratura di pietra da taglio a grana fina, al m. c. »	m. c.	140,00
20. Pietra da taglio per gradini esterni a tutta alzata in opera, al m. c. »	m. c.	130,00
21. Gradini per scale interne in opera caduno »		3,00
22. Cemento <i>La Porte de France</i> , al miriag. »		2,00
23. Termini di pietre da taglio lavorati su tutte le faccie viste, compreso il piantamento, caduno »		3,00
24. Cappa per volti ben diligentata, in opera al m. c. »	m. c.	20,00
25. Pavimento d'asfalto a doppio strato dello spessore di 0,015 al m. q. »	m. q.	3,00
26. Pavimento di quadrettoni al m. q. . . »	m. q.	2,40
27. Selciato a secco con scapoli di pietra spaccata al m. q. »	m. q.	3,00

28. Selciato a secco con grosse pietre e scelte, al m. q. »	1,50
29. Selciato a secco comune al m. q. . . . »	1,00
30. Gettata di grossi massi di pietra (non mi- nori del quinto di m. c. e ritenendo che 25 quin- tali equivalgono ad 1 metro cubo) in opera, al m. c. »	17,00
31. Arricciatura a grana fina con malta di sab- bia e calce passata al setaccio, per m. q. . . . »	0,50
32. Imboccatura semplice, in rustico, con im- pasto di calce e sabbia, al m. q. »	0,40
33. Copertura di tetti con lastre di Barge, com- presa la piccola travatura, al m. q. «	7,00
34. Ferramenta per puntazze, chiavarde, bol- loni, inferriate, ringhiere in opera, al chilog. . . »	1,00
35. Demolizione di muri esistenti, cadmi m. c. »	1,50
36. Per porte e finestre, compreso ogni acces- sorio d'impianto e la necessaria ferramenta e co- loritura ad olio e biacca a due riprese, il tutto in opera per m. q. »	12,00
37. Per ogni metro quadrato di imposte in legno di pioppo per finestre, compresa la neces- saria ferramenta di movimento e di chiusura, al m. q. »	6,80
a) Giornata di lavoro da manuale »	1,50
b) Id. id. da pescatore »	2,25
c) Id. id. da falegname »	3,00
d) Id. id. da muratore »	2,50
e) Id. id. da scalpellino »	5,00
f) Id. id. da fabbroferraio »	3,00
g) Id. id. da garzone in aiuto a qualunque operaio. »	1,10
h) Giornata di lavoro da manuale in servizio per i getti di acqua »	2,20
i) Giornata di lavoro da canneggiatore . . »	2,50
l) Giornata di lavoro da assistente o capo-squa- dra »	3,50

m) Giornata di lavoro da donna, ragazza o ra- gazzo non minore di anni 14. »	0,75
n) Giornata da carro della capacità di mezzo metro cubo ad un cavallo, col conducente obbli- gato a coadiuvare il carico e scarico, provvisto degli occorrenti strumenti e di corda »	4,50
o) Giornata da carro della capacità di un metro cubo a due cavalli con conducente come sopra »	8,00

I prezzi delle opere e delle provviste non contemplate nel riferito elenco doveansi ricavare da un designato capitolato di manutenzione dei Canali; per quelle provviste ed opere neanche in questo considerate si venne a trattativa.

CAPITOLO II.

Espropriazione dei terreni.

L'Amministrazione Sindacale erasi riservata di provvedere essa stessa all'espropriazione delle terre occupande per la costruzione del nuovo Canale; ed a tale riserva si determinò collo speciale scopo di evitare i ritardi a cui particolarmente una Impresa sarebbe stata tratta nel compierla.

Depositata presso la Comunale rappresentanza di Salugia il 12 febbraio la tabella parcellaria (a norma del disposto della legge 25 giugno 1865, sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità), alla precisa scadenza dei quindici giorni, il Sindacato, assistito dal suo consulente ordinario avvocato G. Elena, si trasferì in quel Comune per gli amichevoli accordi a senso della legge stessa.

I prezzi erano stati di proposito stabiliti su basi minime, avendo l'esperienza dimostrato — come giustamente osservava il sig. C. Sospizio Sotto-Segretario generale della Compagnia

— che nelle espropriazioni in parcelle assai divise, giovi d molto il lasciare un sufficiente margine tra le offerte primitive ed il limite cui è concesso pervenire.

Mediante verbale fatto coll'assistenza di pubblico Notaio nella forma acconsentita dalla legge succitata, furono constatate le adesioni e gli accordi fra le parti.

A prevenire tuttavia le opposizioni che pur avessero potuto insorgere all'occupazione immediata dei terreni nel lasso di tempo inevitabile tra le adesioni ed i pagamenti per gli accertamenti cui era duopo procedere sul possesso e sullo stato ipotecario, il Sindacato stabilì presso la Tesoreria Provinciale di Novara un sufficiente fondo di danaro ed impartì ad un tempo all' Ufficio locale le istruzioni necessarie per porsi in grado di effettuare ad ogni occorrenza il deposito delle indennità pattuite e proseguire senza interruzione i lavori. — Ma questa occorrenza non ebbe luogo.

Sulle basi del progetto fu provvisto ai pagamenti provvisori; ad opera perfettamente ultimata, un apposito rilievo ed una diretta misurazione avrebbe poi fissati i necessari compensi.

Agevolò poi moltissimo le trattative il far desumere d'ufficio gli stati di catasto e le note d'ipoteca.

I prezzi maggiori risultarono di L. 43,74 per cadun' ara; i minori risultarono di L. 8,20; per prezzi intermedi si ebbero L. 10,94; 21,87; 31,54 e 41,01.

Il totale della superficie espropriata non può tuttora precisarsi, ma è poco lungi da are 2.600,00.

Il totale importo della espropriazione comprese le varie indennità, ascese, per dirla in cifra tonda, a L. 130.000,00.

CAPITOLO III.

Andamento generale dei lavori ed opere provvisorie e provvisionali.

Il 1° marzo 1869, lo scrivente coadiuvato dagli Aiutanti Ingegneri G. B. Bodo ed E. Zanotti, procedeva alla verifica del tracciamento di progetto, alla formazione del definitivo profilo e delle sezioni del terreno lungo la linea.

Contemporaneamente l'Impresa Bolla, appaltatrice, per mezzo dell'Ing. signor Marotti e dell'Aiut. Ing. Valle, intraprendeva la determinazione dei limiti dei terreni ad espropriarsi e le tracce delle escavazioni e dei rilevati ad eseguirsi.

Due giorni dopo, frotte di braccianti già erano qua e là disposte ed avevano intrapresi gli scavi per l'apertura del Canale.

Come le condizioni contrattuali ammettevano, l'Impresa provvide a coteste escavazioni con subappalti parziali. E per essere in quei primi giorni propizia la stagione e tenue il corrispettivo delle giornate di lavoro, procedevasi con tutta sollecitudine in quest'opera; basti il dire che furonvi giorni nei quali il numero degli operai ascese fino a 2250, per cui l'aspetto della manomessa campagna era imponente, ammirabile.

Ma la natura del fiume (o torrente che voglia dirsi) Dora Baltea, attraverso e presso il quale erano ad eseguirsi così importanti lavori, richiedeva che più che alle accennate escavazioni fosse sollecitamente provvisto all'erezione delle opere di derivazione.

L'Ingegnere capo signor Susinne, da quel distinto costruttore che è, tracciò a grandi tratti le disposizioni ch'egli

avrebbe adottate per un ordinato e sollecito esequimento di quei lavori, e l'Impresa che pur era su questo argomento affatto libera di sé, credette utile non dipartirsi da quelle tracce; ebbe anzi occasione di apprezzarne tutta la saggezza.

Vuoi accennare con queste parole: 1° all'*Argine provvisorio di difesa* (Vedi Tav. I, fig. 2^a), senza del quale il 7 ed 8 maggio le acque della Dora, salite fino a m. 175,00 sarebbersi versate negli scavi eseguiti, per far luogo alla chiavica ed all'edifizio scaricatore ed i cui relativi canali avrebbero devastato e ricolmato.

2° Al *Cavo fugatore* delle acque sorgenti negli scavi che con un percorso di metri 880 potè tenere il pelo acque a circa l'ordinata 171,60.

Difeso il campo su cui dovevano erigersi i più importanti manufatti — e potentemente coadiuvati dal Canale fugatore — a tale si ridusse il programma del da-farsi presso Dora: senza darsi pensiero alcuno dell'alveo vivo del fiume, eseguire la chiavica, l'edifizio ed il canale scaricatore, buona parte della diga a partire da sinistra e le arginature di destra e sinistra Dora; indi deviare le acque dall'alveo antico, per immetterle nello scaricatore e compier la diga.

E così si fece.

L'*Argine provvisorio* di difesa era costituito da una serie di pali infissi a m. 1,50 da centro a centro, rilegati verso l'interno (uno ogni quattro) ad un altro palo mediante lungherina trasversale. Una lungherina longitudinalmente disposta, correva lungo la testa della serie esterna dei pali e su di essa impostavasi un selciato a secco di grossi ciottoli avente l'inclinazione di 45° e costituente la difesa dell'argine, la cui parte anteriore venne fatta con terra vegetale sostenuta sotto la lungherina da un'assata; la interna e verso la campagna col materiale più prossimo, in massima parte ghiaia.

Venne poi eseguito un rinzaffo per evitare le forti filtrazioni che in tempo di acque grosse ebbero luogo, ed il piede dell'argine fu difeso con massi da gettata.

Quest'opera provvisoria, secondo i prezzi riferiti importò (non tenendo conto del valore dei materiali della sua demolizione) circa L. 11.400,00.

Il *Canale fugatore* lungo metri 880,00 occasionò l'acquisto di circa are 157,14 di terreno da parte dell'Impresa che a circa L. 21,00 importò L. 3.300,00; l'apertura del cavo esigette l'escavazione di circa 13.000 metri cubi di ghiaia pura che a L. 0,60, importa circa L. 7.800.

La larghezza del fondo di questo canale fu di m. 2,00; una banchina di m. 0,75 per parte ed all'altezza di m. 1,00 dal fondo separava il ciglio sponda dal piede delle scarpe del terreno scavato. La pendenza era in ragione di m. 0,78 per chilometro.

Contemporaneamente alla formazione dell'argine provvisorio di difesa si cominciarono gli scavi per la diga e quindi l'infissione dei pali con mazze a castello del peso di circa mg. 40,00 e m. 1,80 di corsa.

Poco di poi vennero intrapresi l'edifizio d'immissione delle acque del nuovo Canale in quello Cavour, la tratta del Canale murato, il sifone Cornetto, le arginature di destra e sinistra Dora e l'apertura del Canale scaricatore.

Indi furono intrapresi i lavori per la Chiavica e l'Edifizio Scaricatore, il ponte Ronco, i sifoni Vallino, Barberis, Bonella ed il ponte Dorona.

Ma allo scopo di aver comodo mezzo di trasporto del materiale di costruzione dalla stazione ferroviaria di Saluggia ai magazzini e cantieri, l'Impresa fece speciale convenzione colla Società delle Strade ferrate dell'Alta Italia, e potè così costruire un *binario* presso il ponte sulla Dora ad esclusivo servizio dei lavori.

Un sito di comodo deposito dei materiali necessari all'appaltata costruzione ed atto all'impianto delle varie officine, era a stabilirsi e l'Impresa a cotesto pur provvide non senza ordine e perizia.

La fig. 3^a, Tav. I, rappresenta appunto i cantieri di deposito e di costruzione, sottostanti al binario morto or ora accennato. Tra il piano del binario medesimo ed il piano dei depositi vi hanno metri 7,00 di differenza di livello.

In *A* è rappresentato il binario morto.

In *B* il magazzino della calce in sacchi di Palazzolo.

In *C* il magazzino di quella di Casale che scaricavasi mediante appositi canali dai wagons stessi della ferrovia.

In *D* le fucine per la tempera delle punte degli scalpellini.

In *E* piano inclinato per il quale liberamente lasciavansi cadere i pezzi di pietra da taglio; e piazza di deposito e finimento.

In *F* Gru disposta su un gran muro a secco al piano della ferrovia ed inserviente allo scarico dei pezzi di pietra da taglio di più difficile manovra.

In *G* piano inclinato e piazza di deposito, come sopra si disse, ancora per pietra da taglio.

In *H* id., id. per il pietrame lavorato (cantoni).

In *I* id., id. per il pietrame informe (scapoli).

In *L* id., id. per i lastroni di pietra da taglio.

In *M* id., id. per il grosso legname.

In *N* magazzino d'attrezzi, uffici per gli assistenti e camera per una guardia notturna.

In *O* tettoia per lavoratura della pietra da taglio.

In *P* piazza per lavoratura, come sopra.

In *Q* buche della calce in pasta.

In *R R R'* binario interno dei cantieri; ed inserviente al trasporto dei materiali di costruzione.

In *S* piazza dei segatori.

In *T* piazza dei falegnami per la fissazione delle cuspidi ai pali ed ai tavoloni.

In *U* deposito di ciottoli.

In *V* ufficio del magazziniere; magazzini scoperti e coperti di legname da lavoro, della ferramenta, di alcune macchine idrovore; ed officine da falegname e da fabbro-ferraio.

In *X* deposito della grossa travatura greggia.

Da *R'* verso *Y* e poi parallelamente alla diga e fino al di là della Dora trovavasi un binario di ferrovia che dapprincipio sull'alveo vivo e in ultimo dinanzi alla chiavica ed allo scaricatore fu sospeso su apposito ponte in legname; esso servì al trasporto di tutto il grosso materiale che occorre alla costruzione dei piè di argini, della diga, dello scaricatore e della chiavica.

CAPITOLO IV.

Bella Biga.

Come il più importante fra i vari manufatti, diremo ora della diga attraversante la Dora Baltea.

Ma esporremo prima d'ogni cosa il concetto che guidava l'autore del progetto nello scegliere (antecedentemente alla redazione del progetto eseguito) la struttura da adottarsi per quest'opera.

Egli opinava essere conveniente l'eseguire una costruzione che prontamente fosse riparata in caso di rotta; egli adottava cioè il concetto generale di una diga in legname, ciottoli e massi di gettata, la quale su altri sistemi godeva la proprietà di essere assai economica; ed avvalorava la sua idea accennando all'eccellente esito della diga per la derivazione del Canale d'Ivrea, la quale costruita su queste basi dura da oltre un secolo.

Il Consiglio superiore dei Lavori Pubblici invece riteneva partito migliore lo stabilire una diga in muratura e pietra da taglio, preferendo all'economia dell'opera la massima sua solidità.

Detto Superiore Consiglio prescriveva venisse portata la

lunghezza della diga a circa metà di più di quella progettata primitivamente; ed ampliava di oltre la metà in più la larghezza dell'edifizio e Canale scaricatore; la qual cosa ridurrà di non poco il battente delle acque a monte diga.

La diga dal signor Susinno primitivamente progettata consisteva in tre ordini di steppefitte e parecchi di palafitte costituenti un insieme all'incirca qual è l'adottato, solo la parte mediana invece di calcestruzzo e pietrame lavorato era ripiena di grossi ciottoli con superiore copertura di selciato in iscapoli, ed il piano orizzontale a valle era formato con massi da gettata in luogo ancora di calcestruzzo e pietrame lavorato.

Il progetto di diga pure dal medesimo proposto dietro talune condizioni del prefato Consiglio, è quello rappresentato dalla fig. 2^a, Tav. II; e consiste in una prima massa di calcestruzzo coperto di pietra da taglio e pietrame lavorato disposti in guisa da formare a monte un piano orizzontale di m. 1,20 (atto ad offrire un facile mezzo di elevare provvisoriamente il barraggio — ove occorresse — con ritti e fascinoni) ed un piano inclinato per guadagnare il piano della platea a valle che è costituito da una seconda massa di calcestruzzo ricoperta essa eziandio di pietrame lavorato tenuto in sesto da guidoni di pietra da taglio.

Ad assicurare il piede della platea a valle diga era proposto per l'intera lunghezza della diga un'abbondante gettata di massi granitici per metri 6,00 secondo corrente e contenute a valle da robusta palafitta avente la testa dei pali alla ordinata 172,25.

Ma il Ministero dei lavori pubblici ordinò invece una steppefitte a metri 15,00 dalla 3^a lungherina menzionata quando di già eransi costruiti circa metri 40,00 della palafitta a metri 6,00 nella parte più profonda dell'alveo vivo del fiume.

In disegno si rappresentò soltanto questa palafitta per esporre intero il concetto che guidò il progetto.

Il piano della pietra da taglio a monte già lo vedemmo (parte 1^a, cap. IV) fissato all'ordinata 174,00, e quello della

platea fu stabilito all'ordinata del fondo medio dell'alveo in quella località, cioè a m. 172,50 sul livello del mare (1).

E venendo ora a discorrere della costruzione, diremo essere stata incominciata con poca vigoria il 22 marzo, aver proceduto con molta energia nella seconda metà di aprile e prima settimana di maggio; essere stata sospesa fino oltre la metà di luglio ed in questo tempo ripresa e lentamente continuata sin oltre la metà di ottobre, nel qual tempo fu ripresa con maggior lena, indi compiuta l'11 novembre.

Le escavazioni subacquee (che raggiunsero, quanto a profondità, metri 1,60 sotto il pelo acqua) si fecero coi badilioni da appositi operai di Cuggiono (Milano).

Furono impiegati in totale giorni 158 e notti 24, e giornate di lavoro N. 17092, e rispetto alle varie classi di operai, come qui appresso risulta:

Assistenti	N.	181
Muratori	»	1729
Scalpellini	»	221
Falegnami (2)	432
Fabbri ferrai (2)	»	8
Braccianti ai battipali	»	3463
Garzoni d'ogni genere	»	920
Braccianti nelle escavazioni	»	6714
Id. a far calcestruzzo	»	2933
Id. a far ghiaia	»	491

N.° 17092

(0 Questo fondo medio fu determinato dividendola superficie della sezione bagnata per la larghezza della sezione medesima; il quoziente ci diede l'altezza media della stessa; di qui l'ordinata del fondo medio.

(2) In questa classe di operai non si hanno a credere raccolti quelli che armavano di cuspidi gli stepponi ed i pali, i quali pali e stepponi s'intendono portati sul sito d'impiego armati ed atti all'infissione.

Non sono inoltre computati quelli impiegati nel trasporto e nella posa dei massi da gettata, né quelli impiegati nella formazione della palafitta e della steppefitte a valle della diga propriamente detta.

Parecchie conseguenze, coll'aiuto di questo quadro e di quello che si darà più sotto dei quantitativi delle varie opere, possono trarsi per norma di altro simile lavoro, od anche soltanto di qualche parziale opera quivi contemplata.

Ad esempio risulta che metri cubi 4560,00 di calcestruzzo furono gettati in giornate di lavoro N. 2933, cioè da ogni operaio in una giornata di lavoro venne [formato e gettato in media metri cubi 1,554.

Ma in chiedere siffatto genere di responsi alle statistiche dei lavori, convien procedere ben cauti, se non vogliamo talora cadere in illusioni ed errori spesso dannosi.

Infatti non essendo state nel caso nostro divise le giornate di battipalo impiegate per l'infissione dei pali e delle steppefitte, ove si volesse conchiudere sulla quantità di lavoro giornaliero di un battipalo, si sarebbe nell'incerto o nello inesatto; risulta invece positivamente, in seguito a ripetute osservazioni fatte dallo scrivente, che ogni battipalo a mazza di ghisa trovandosi in buone condizioni, infiggeva in una giornata di 12 ore di lavoro N. 9 pali alla profondità di metri 3,00 a 3,50.

Diremo ora dei materiali di costruzione impiegati, ed in massima parte ciò che qui si dirà sarà valevole per le opere di cui più sotto terremo parola.

Pietra da taglio. — La pietra da taglio richiesta dal Capitolato d'appalto dovea essere della Balma o di Alzo presso il lago d'Orta o di Mont'Orfano sul Lago Maggiore, ma allo scopo di facilitare la provvista, fu permessa anche quella di Borgone.

Laterizi. — I mattoni e limbici provennero in massima parte da Rondizzone.

Ne diedero eziandio le fornaci di Torrazza, di Vinovo e di Novara.

Calce. — Le calci idrauliche prescritte erano quella di Casale e quella di Palazzolo, entrambe diedero splendidi risultati.

Ogni metro cubo di calcestruzzo formavasi (come appunto era prescritto) con mc. 0,80 di ghiaia, con mc. 0,50 di sabbia ben granita e netta e 0^m,25 di calce di Casale in pasta; oppure kgr. 200 di calce in polvere di Palazzolo.

Si ebbe ad osservare che dopo una gran gettata di calcestruzzo, trovavasi raccolto sul fondo degli scavi ancora a riempirsi quella poltiglia bianco-gialla che i francesi chiamano *laitance*.

Come era razionale — attesa l'inerzia completa di questa materia sotto il rapporto della presa — la facevamo estrarre ed esportare fuori del campo di gettata del calcestruzzo.

Cuspidi. — Le cuspidi o puntazze che vogliansi dire, con le quali armavansi tutti i pali, erano di ferro lombardo. La loro forma era come comunemente suoi chiamarsi a pan di zucchero. Questo modello fu riconosciuto il migliore, perocché a differenza di quello esattamente conico o piramidale, meno facilmente sotto i colpi delle mazze si sforma.

Il peso del campione fu fissato per le puntazze dei pali di chilogrammi sei; e per quelle dei tavoloni di chilogrammi quattro.

In fatto poi il peso medio risultò di kgr. 6,50 per le cuspidi da palo, e di kgr. 4,10 per quelle da tavolone.

Le chiavarde o *baioni* erano del diametro di metri 0,02, della lunghezza di metri 0,48 e pesavano mediamente chilogrammi 1,40.

I quantitativi e l'importo delle varie opere costituenti la diga propriamente detta, — vogliamo cioè escludere la gettata di massi e la palafitta e la steppefitta a valle, che richiesero forti escavazioni affatto particolari alla località — risultano nel seguente prospetto.

	QUANTITÀ		IMPOSTO	
Scavi per fondazione . mc.	8489	00	8489	00
Pali N. 455 . . . mc.	97	85	9785	00
Lungherine doppie metri lineari 619 . . . mc.	39	62	3962	00
Tavoloni rovere . . mq.	1487	00	17844	00
Assate di pioppo . . mq.	65	00	195	00
Ferramenta . . . kgr.	12278	00	12278	00
Muratura mattoni com. mc.	6	00	132	00
Id. calcestruzzo . »	4560	00	63840	00
Id. pietra da taglio grana ordinaria . . »	612	00	67320	00
Id. cantoni . . . »	807	00	22596	00
Lire . . .			206441	00

Ed essendo la diga della lunghezza di metri 200,00, risulterà in L. 1032,20 l'importo di un metro lineare.

Volendo riferire sui quantitativi e sugli importi della palafitta e della steppefitta si avrà :

Per la palafitta di metri 41,00

	QUANTITÀ		IMPORTO	
Scavi di fondazione . mc.	69	00	69	00
Pali e lungherine . . mc.	11	50	1150	00
Ferramenta . . . kg	345	00	345	00
Lire . . .			1564	00

Per la steppefitta di metri 222,00 :

	QUANTITÀ		IMPORTO	
Scavi di fondazione . mc.	2835	00	2835	00
Pali e lungherine . . mc.	45	57	4557	00
Tavoloni rovere . . mc.	483	00	5796	00
Ferramenta . . . kg.	4079	00	4079	00
Lire . . .			17267	00

Computando la quantità di massi da gettata impiegata alla diga si ha:

Massi da gettata, quantità mc. 730,00, importo L. 12410,00.

Riassumiamo ora gli importi di queste varie opere e si avrà :

Diga propriamente detta, importo . . L.	206441	00
Palafitta a metri 6 . . . »	1564	00
Steppefitta a metri 15 . . . »	17267	00
Gettata dei massi . . . »	12410	00
Totale generale L.	237682	00

Ed essendo la diga lunga metri 200, si avrà per importo di un metro lineare di essa in istato di perfetto compimento la somma di L. 1.188,41.

CAPITOLO V.

Edifizio di presa.

Lo scopo di un edifizio di presa è di regolare l'ingresso delle acque nel canale derivato.

Elementi essenziali di esso edifizio sono quindi le bocce di derivazione, le paratoie ed i mezzi di facile manovra di queste.

Il manufatto rappresentato dalle figure 3^a, tav. II; fig. 1^a, tav. 1^a; fig. 1^o, 2^a e 3^a, tav. IV, può ben affermarsi essere una delle splendide espressioni di quello scopo raggiunto e se per magnificenza e profusione dei graniti è da meno dell'edifizio di derivazione del Canale Cavour, per sveltezza di forme e razionale economia quello sopravanza.

Esso è costituito da tre piani :

1^o Quello del passaggio dell'acqua contenente due ordini di paratoie al piano del canale;

2^o Quello corrispondente alle paratoie affatto sollevate e insieme necessario a raggiungere la spianata delle arginate (ordinata 179,00).

3^o Il piano della manovra delle paratoie medesime.

Il piano del passaggio dell'acqua è diviso in nove scompartimenti mediante muricciuoli di granito su cui s'impostano N. 9 vòlte a botte di metri §,215 di corda per metri 0,31 di monta e metri 0,50 di spessore alla chiave.

Dai prospetti a monte ed a valle dell'edifizio gli scompartimenti appariscono in doppio numero dei citati ; perocché a restringere l'ampiezza delle porte — che non divisa riescirebbe soverchia — si fissarono (oltre agli stipiti corrispondenti ai muricciuoli) stipiti intermedi in numero di nove per parte.

Le dette vòlte son formate di mattoni scelti e ricoperte all'intradosso e nelle faccie viste di uno strato di cemento ; peraltro francamente diremo che a questo genere di copertura avremmo preferito una copertura di robusti lastroni alleggerita se volevasi da archi interni di scarico formati di laterizi ; avrebbersi così avuto a contatto delle acque un materiale ben più robusto e più lungamente durevole.

Gli stipiti sono di due pezzi; l'inferiore della lunghezza di metri 2,90 ; il superiore di metri 5,00 non comprese le immorsature. Diremo di passaggio — ad esempio dell'importanza del lavoro che richiede questo genere di opera — che il pezzo inferiore cubante circa mc. 1,20 richiese da 15 a 20 giornate di scalpellino.

La posa in opera di questi delicati pezzi di pietra da taglio come di ogni altro di questi lavori si fece con capre. Più sollecito e più sicuro sarebbe stato il ricorrere ad apposite gru a duplice movimento ortogonale, come si usò per la costruzione della chiavica del canale Cavour. Ma a ciò si oppose una, forse, men conveniente idea di economia nell'Impresa Costruttrice.

Il piano immediatamente superiore a quello di passaggio delle acque è destinato a magazzino.

Al piano della manovra gli opposti stipiti cadenti sui muricciuoli inferiori sono legati da chiavi di ferro aventi scopo eziandio di opporsi alle spinte degli archi intermedi. Gli stipiti isolati sono assicurati da grappe sotto il lastrone.

Il tetto è costituito da N. 19 capriate su cui posano correnti, ai quali sono fissate le lastre della copertura.

Nulla diremo dell'annesso casotto del custode, che poco ha in esso di notevole ; d'altronde le tavole esprimono a sufficienza.

Le paratoie hanno tutte le istesse dimensioni e particolarità di costruzione, ad eccezione di quelle dell'ordine a monte, le quali sono in due pezzi di cui l'inferiore in tempo di decrescenza delle acque della Dora dopo una piena deve rimanere abbassato sulla soglia dell'edifizio e così evitare una

troppo facile introduzione nel Canale dei materiali dalla corrente trascinati.

La fig. 2^a della tav. III rappresenta il modo di unione dei due pezzi nello scendere del più elevato; quanto al distacco basti dire che esso si determina mediante due funicelle recanti alla loro estremità uno o più uncini aventi per iscopo di sollevare nel primo movimento d'alzata della paratoia il braccio dell'apparecchio.

La leva tal quale scorgesi dalla fig. 3^a tav. III ha ciò di particolare che mentre nelle altre chiaviche la distanza dell'ipomoclio al punto d'applicazione della resistenza è fino a m. 0,20 quivi è di m. 0,08 il che permette una minor lunghezza della leva stessa.

I due uncini che veggonsi portati dalla leva medesima hanno per iscopo di surrogarsi alternativamente e raddoppiare i punti d'attacco o di presa, diminuendo così della metà l'arco descritto dall'estremità della leva a maggior comodo del custode.

I nottolini col contrappeso che hanno vicino, servono a sorreggere, ad ogni colpo di leva, la paratoia e volendosi, a lasciar questa chiudere d'un tratto.

Il prezzo delle paratoie venne fissato prendendo per base il Capitolato (designato in caso di bisogno) della manutenzione dei Canali.

È poi giustizia il dire che i particolari di questo edificio di derivazione (non che dello scaricatore, delle paratoie e dei relativi apparecchi di manovra) sono dovuti all'Aiutante Ingegnere della Compagnia signor G. B. Bernardi.

Tutto l'edificio di presa fu eseguito in giorni 182 e richiese giornate di lavoro N. 9086.

Assistenti.,	N.	182
Muratori.	»	2.854
Scalpellini.	»	106
Falegnami.	»	304

A riportarsi N. 3.446

	Riporto N.	3.446
Fabbri ferrai	»	5
Braccianti ai battipali	»	280
Garzoni d'ogni genere	»	3.554
Braccianti a far calcestruzzo	»	311
Selciatori	»	17
Braccianti nelle escavazioni	»	1.343
Id. a far ghiaia	»	130
	N.	9.086

I quantitativi delle varie opere ed i relativi importi sono qui appresso registrati :

	QUANTITÀ		IMPOSTO	
Scavi per fondazione m. c.	5719	00	5719	00
Pali N. 46. »	7	02	702	00
Lungherine doppie m. 1. 68,80 »	4	15	415	00
Tavoloni m. q.	141	00	1692	00
Ferramenta in fondazione kg.	1364	00	1364	00
» per fabbricato »	2059	00	2059	00
Muratura di calcestruzzo m. c.	743	00	10402	00
» di ciott. spaccati »	613	00	9808	00
» cantoni »	408	00	11424	00
» mattoni scelti . »	757	00	21196	00
» » comuni »	134	00	2948	00
			67729	00
	A riportarsi L.			

	QUANTITÀ		IMPORTO	
<i>Riporto</i> L.			67729	00
Grossa travatura . . . »	15	00	1350	00
Muratura di pietra da taglio				
a grana fina . . . »	157	20	22008	00
id. ordinaria . . . »	112	70	12397	00
id. p. gradini est. »	14	25	1852	50
Paratoie N.	36		25666	00
Gettata di massi, circa m. c.	63	00	1071	00
Importo opere minori . L.			13290	50
Totale L.			145364	00

È qui luogo di osservare che in ogni grande derivazione d'acqua è utile che a-monte non solo, ma eziandio a valle, siavi un canale scaricatore. Una tale opera a-monte tende, come fra breve vedremo, a parecchi scopi, e principalmente ad esportare i depositi che dinanzi all'edificio di presa in tempo di acque grosse si formano.

Ma non sempre vale questo primo canale scaricatore ad evitare troppo grandi interrimenti nel canale di derivazione, a ciò occorre il secondo scaricatore, del quale per altro nel caso nostro, né l'autore del progetto nè il ministero dei Lavori Pubblici seriamente si preoccuparono, giudicando miglior consiglio dapprima rilevare dall'esperienza fin dove si estenderanno gli interrimenti, e fissare poscia il luogo di apertura del medesimo.

CAPITOLO TI.

Edifizio Scaricatore.

Una delle principali doti d'uno scaricatore, si è di potere a volontà del custode e colla massima sollecitudine, dar sfogo alla più grande quantità d'acqua possibile — compatibilmente colle dimensioni dell'opera.

Nel caso nostro lo scaricatore deve eziandio servire allo sgombrò del davanti della chiavica dalla ghiaia e sabbia che in grosse acque quivi depositeranno.

Il bisogno di assicurare le fondazioni del manufatto contro la violenza delle acque di scarico in piena, consigliò la estesa e robusta armatura del fondo dello scaricatore a monte e a valle delle porte.

Le porte *marinières*, dal ministero dei Pubblici Lavori ordinate, servono a scaricare prontamente una grande massa d'acqua; richiedevano perciò due ampie luci fra cui una pila sommergibile; cotesto rese necessario un ponte di m. 17,70 di corda.

A regolare i piccoli movimenti di livello a cui potrebbe essere necessario mantenere le acque dinanzi la chiavica, risponde l'apertura del piccolo arco dello scaricatore, mediante le sue 4 porte chiuse a sistema ordinario.

La corda del grand'arco già dicemmo essere di m. 17,70; la saetta è di m. 1,60.

Le disposizioni e dimensioni degli spalloni, meglio si veggono in disegno (Tav. II, fig. 3^a).

Spessore del volto alla chiave m. 0,65; dall'imposta al terzo del mezzo arco m. 0,75.

Disarmato giorni 14 dopo il suo compimento (che ebbe luogo il 31 luglio 1869) fece un cedimento — per altro uniforme — di 0^m,14.

Il volto piccolo ha in. 6,80 di corda e m. 0,70 di monta; spessore alla chiave m. 0,50 (Vedi Tav. V).

Le quantità e gli importi delle opere risultano come segue:

	QUANTITÀ		IMPORTO	
Scavi per fondazione mc.	6048	00	6 048	00
Pali N. 101. »	14	17	1 417	00
Lungherine doppie mi. 20,50 »	9	69	969	00
Tavoloni mq.	256	00	3 072	00
Ferramenta kg.	2715	00	2 715	00
Muratura di calcestruzzo mc.	845	00	11 830	00
Id. di ciottoli spaccati »	906	00	14 496	00
Id. di cantoni »	613	00	17 164	00
Id. di mattoni scelti »	89	00	2 492	00
Id. pietra da taglio a grana fina »	76	30	10 682	00
Id. Id. ordinarie »	86	60	9 526	00
Id. per gradin. ester. »	10	10	1 313	00
Massi da gettata . . . »	428	00	7 276	00
Paratoie ordinarie . . N.	4)	2 880	00
Porte Marinières . . . »	2	»	5 000	00
Armatura grand'arco scaricatore (uso dell')			2 000	00
Importo opere minori			386	00
Totale importo dell'edilizio scaricatore: L.			99 266	00

Porte Marinières.

La manovra delle paratoie ordinarie, cioè scorrevoli fra scanalature verticali ed elevate mediante leve od altri congegni, ha il grave inconveniente di essere graduata e lenta.

Volendo invece ottenere la quasi istantaneità di uno sfogo alle grosse acque a monte del bacino di derivazione, conveniva ricorrere ad altro sistema di chiusura del canale scaricatore.

Per proposta del vice presidente del Consiglio Superiore dei lavori pubblici — comm. Possenti — fu scelto il sistema di porte dette *marinières*.

Il signor Bernardi, che a perizia architettonica già vedemmo unire non comune perizia nelle arti meccaniche, fu inviato a Strà, in su quel di Venezia, a visitare in funzione detto sistema di porte praticato sul fiume Brenta su progetto del signor Giovanni Ponti, Ingegnere nel E. Corpo del Genio Civile (a).

Poterono così venir presentati all'Ingegnere Capo, con qualche lieve variante all' eseguitosi sul Brenta, i particolari di questo modo di chiusura che ora descriviamo.

Una traversa orizzontale (V. fig. 1^a, 2^a, 3^a e 5^a della Tav. V) infissa in un ritto verticale operante qual perno e sorretta da un saettone inclinato, costituisce a così dire la intelaiatura di ciascuna delle due porte.

N. 60 panconcelli appoggiati inferiormente contro la soglia dell'edilizio e superiormente contro la menzionata traversa compiono l'ufficio della porta propriamente detta.

Entrambe le porte *marinières* hanno movimento di apertura da monte a valle come lievemente è tracciato nella Tav. II, fig. 3^a.

(a) Detto Ingegnere rese conto dell'opera eseguita a Strà, nel giornale del Genio Civile, parto non ufficiale, 1868, pag. 537.

Ma descriviamo tutta una serie delle operazioni a farsi per manovrare queste porte e supponiamole dapprima aperte, cioè riteniamo che le traverse, seguendo la corrente che le spinge siano nella posizione *A B* (Vedi la citata fig. 3^a della Tav. II).

Volendole chiudere (il che avverrà quando il peso acqua nel bacino a monte diga sia inferiore a circa l'ordinata 174,00) ecco come si adopererà :

Incominciasi con barche a chiudere la traversa di sinistra; tal cosa non riesce difficile, sia perché i ritti (che sono pur gli assi dei movimenti) trovansi inclinati in guisa da giovare alla chiusura, sia perché l'appoggio dei ritti medesimi si fa da un albero di acciaio su ralla di bronzo perfettamente lavorati al tornio.

Chiusa la traversa di sinistra secondo corrente, — che trovasi a tal uopo comandata dalla chiave *X Y Z* fig. 2^a della Tav. V — chiudesi similmente quella di destra che viene fissata dall'apparecchio della fig. 4^a Tav. V.

Utilizzando poi l'apposita scala e le traverse delle porte (aventi entrambe un apposito pancone per il passaggio del manovratore) si recano e dispongono i panconcelli ben adagiati l'uno presso dell'altro e con funicelle di lunghezza non maggiore di m. 1,50 legansi dieci a dodici insieme.

Una lunga fune di diametro non minore di m. 0,035 ed avente un capo fisso invariabilmente ad un anello in *C* (fig. 5^a Tav. V e 3^a Tav. II) lega tutte le accennate funicelle dei panconcelli di destra; sovrapassa indi la pila isolata, e serve ancora al rilegamento delle funicelle dei panconcelli di sinistra; coll'altro capo terminante in un anello va ad infilzare un uncino comandato dalla già menzionata chiave *XYZ*.

Esaminiamo ora come si opera l'apertura delle porte che sarà duopo venga fatta in tempo di piena.

Si apre la chiave *X Y Z* in guisa da lasciar libera la traversa di sinistra, la quale spinta dalla massa d'acqua, si apre; ed essa aprendosi mediante l'apparecchio della fig. 4^a, Tav. V, lascia libera la traversa di destra.

Ma nell'aprire le traverse, detta chiave scioglie anche il capo della fune tenuto a sito dall'uncino accennato; la fune così sciolta ed i panconcelli galleggianti ma rattenuti dalla fune stessa, sono poi raccolti ad acque magre dal custode in *C*.

La messa in opera delle porte *marinières* richiese giornate di lavoro da

Scalpellino . . .	N. 25
Muratori . . .	» 2
Manuali . . .	» 5
	<hr/>
	N. 32

importò cioè circa L. 137,50.

CAPITOLO VII.

Arginature.

Nel capitolo V della parte seconda di questa memoria, di già accennammo a queste opere di difesa delle circostanti campagne contro grosse acque della Dora.

Di già vedemmo razionalmente fissata l'altimetria normale del loro ciglio.

Non ci rimane quindi a dire altro che delle armature delle loro sponde.

La fig. 5^a della Tav. I ci rappresenta dette armature che potremo così classificare :

1° Piede in calcestruzzo coperto con muratura di scapoli su cui s'impone il selciato a secco (*A*).

2° Piede come sopra su cui s'impone per buona tratta, colla scarpa dell'argine, muratura di scapoli su letto di calcestruzzo, e pel rimanente vi ha selciato semplice o coperto da uno strato di otto a dieci centimetri di calcestruzzo (*B*).

3° Piede come sopra, su cui s'impone, per l'intera scarpa dell'argine, muratura di scapoli su letto di calcestruzzo (*C*).

Non si riscontrò particolarità di sorta in queste costruzioni, per cui ci limiteremo a dare le loro cubature e gli importi ed il numero e la classe degli operai impiegati per una di esse.

Argine Destro Dora.

Di quest'argine m. 176,00 appartengono alla classe A, il rimanente appartiene alla classe C.

		QUANTITÀ		IMPOSTO	
Scavi per fondazione.	mc.	5944	00	5944	00
Pali e lungherine rov.	»	46	10	4610	09
Tavoloni rovere . . .	mq.	165	00	1980	00
Assate larice . . .	»	159	00	795	00
Ferramenta	kg.	3168	00	3168	00
Calcestruzzo	mc.	699	00	9786	00
Muratura cantoni. . . .		34	50	966	00
Id. scapoli	»	349	00	5584	00
Id. ciottoli spaccati (intesto diga) »		33	00	528	00
Selciato scelto	mq.	2022	00	3033	00
Imboccatura selciato	»	800	00	1000	00
Massi da gettata, circa ..	mc.	126	00	2142	00
Importo totale dell'argine destro Dora L.				39556	00

Per eseguire quest'opera (meno la gettata dei massi) furono impiegate giornate di lavoro N. 6286, classificate come segue:

Assistenti	N.	117
Muratori	»	193
Falegnami	»	102
Braccianti ai battipali	»	676
Garzoni d'ogni genere	»	445
Operai a far calcestruzzo	»	398
Selciatori	»	156
Braccianti nelle escavazioni	»	4.041
Id. a far ghiaia	»	158
		<u>N. 6.286</u>

Argine Sinistro Dora.

Per m. 88,50 della classe B (scarpa 1 per 1) V. fig. 5^a, Tav. I; e per m. 19,70 della classe C (scarpa 1 per 1).

		QUANTITÀ		IMPORTO	
Scavi per fondazione . . .	mc.	2182	00	2182	00
Pali e lungherine	»	20	17	2017	00
Tavoloni	mq.	238	00	2856	00
Ferramenta	kg.	2053	00	2053	00
Calcestruzzo	mc.	321	00	4494	00
Muratura scapoli	»	248	00	3968	00
Massi da gettata, circa . .	»	50	00	850	00
Selciato scelto	mq.	488	00	732	00
Pulitura selciato e battitura calcestruzzo L.				105	00
Importo totale dell'argine sinistro Dora L.				19257	00

Argini dello Scaricatore.

La parte verso Dora è tutta della classe A, meno 50 m. che sono della classe C. La parte verso il canale scaricatore, sponda destra, è della classe A (scarpa 1 per 1); sponda sinistra è della classe C scarpa 1 per 1).

	QUANTITÀ		IMPORTO	
Scavi di fondazione . . . m. c.	4.821	00	4.821	00
Pali e lungherine	95	02	9.502	00
Tavoloni m. q.	165	00	1.980	00
Assate larice	397	00	1.985	00
Ferramenta kg.	5.392	00	5.392	00
Muratura di calcestruzzo m. c.	1.142	00	15.988	00
Id. di scapoli . . . »	534	00	8.544	00
Selciato scelto . . . m. q.	2.086	00	3.129	00
Id. comune . . . »	1.024	00	1.024	00
Imboccatura . . . »	1.120	00	1.400	00
Pulitura selciato e battitura calcestruzzo			244	00
Massi da gettata, circa m. c.	441	00	7.497	00
Totale importo degli argini Scaricatore L.			61.506	00

CAPITOLO VIII.

Ponti.

Tre sono i ponti riconosciuti necessari estati eseguiti sul Canale sussidiario Cavour per porre in comunicazione le due zone delle campagne adiacenti al Canale medesimo.

1° Ponte per la strada detta della *Dorona* alla progressiva 200,00 (*Vedi Tav. VII*).

2° Ponte per la strada *Ronco* alla progressiva 1.700,00.

3° Ponte al termine del Canale per la strada laterale al Canale Cavour.

Costituiti i due primi da tre arcate eguali di metri 10,00 di apertura; hanno m. 1,00 di saetta.

Gli spessori delle pile sono di m. 1,00; e degli spalloni sull'asse del ponte di m. 3,00; giova però osservare che in luogo di speroni rettilinei e normali alla corrente con cui spesso si rinforzano gli spalloni dei ponti, quivi i due speroni seguono l'andamento della quarta parte di una circonferenza di m. 1,80 di raggio e tangente alle fronti del ponte per una parte e per l'altra al ciglio interno della sponda del Canale.

Non diremo certamente che fosse indispensabile tale disposizione, ma pare debba dare buoni risultati quanto al modo di disporsi delle terre della sponda presso gli spalloni medesimi e renderà assai più comodo, che non gli speroni rettilinei, l'ingresso e l'uscita dai ponti ai veicoli provenienti dalle strade laterali al Canale.

Lo spessore dei volti alla chiave è di 0,^m52.

Nelle fronti l'estrados è a gradinata non ad arco di circolo. — I parapetti hanno 0,^m40 di spessore.

Tutti detti ponti determinano un restringimento rispetto

alla sezione normale del Canale dovuto all'esistenza delle due pile ed alla verticalità delle pareti degli spalloni in luogo delle inclinazioni a 45° delle scarpe del canale; ma avuto riguardo all'aumento della lunghezza del ponte che avrebbe determinato il voler evitare detto restringimento, — avuto riguardo alle più gravi condizioni di stabilità che sarebbersi fatte ai vólti ore tenendo l'istessa monta agli archi (ed il crescerla peggiorava sempre più le condizioni delle rampe d'accesso) se ne fosse accresciuta la corda, — avuto riguardo ancora alla sovrabbondanza d'acqua estiva nella Dora Baltea, per cui quel po' di rigurgito prodotto da detto restringimento di sezione, non diminuirebbe la portata del Canale, si pensò — e sembraci molto assennatamente — di non darsi pensiero di quel restringimento medesimo.

La Tav. VII e la Tav. VI raffiguranti il primo e l'ultimo degli accennati manufatti ne rappresentano eziandio le varie particolarità di costruzione.

Del primo riferiremo le giornate di lavoro impiegate a costruirlo, i quantitativi e gli importi; degli altri due daremo soltanto i quantitativi e gli ammontare.

Ponte Borono (V. Tav. VII).

Nella costruzione di questo ponte furono impiegate giornate di lavoro N° 1317, da

Assistenti N°	45
Muratori «	249
Falegnami »	51
Manovali e garzoni in servizio muratori »	279
Braccianti per escavazioni »	693

N° 1317

	QUANTITÀ.	IMPORTO
Scavi per fondazione . m. c.	898 00	898 00
Assate di pioppo . . . m. q.	77 00	231 00
Muratura di calcestruzzo m. c.	63 00	882 00
Id. di mattoni scelti »	305 00	8540 00
Id. di ciottoli spaccati »	105 00	1680 00
Cappa di calcestruzzo . »	14 00	280 00
Tubi in ghisa kg.	80 00	40 00
Selciato comune . . . m. q.	202 00	202 00
Paracarri m. c.	0 70	77 00
Totale importo del ponte <i>Dorona</i> L.		12.830 00

Ponte Ronco.

	QUANTITÀ	IMPOSTO
Scavi di fondazione. . . m.e.	1022 00	1022 00
Pali rovere »	0 96	96 00
Legname pioppo. . . . »	0 20	13 20
Assate pioppo m.q.	163 00	499 00
Chioderia kg. il	4 00	4 00
Muratura di calcestruzzo m.q. .	140 00	1960 00
A riportarsi L.		3504 20

	QUANTITÀ		IMPORTO	
	L.			
<i>Riporto</i>	L.		3594	20
Muratura di mattoni scelti »	333	00	9324	00
» di ciottoli spaccati »	83	00	1328	00
Cappa in calcestruzzo . . »	8	00	160	00
Tubi in ghisa kg.	80	00	40	00
Selciato comune m.q.	202	00	202	00
Paracarri m.c.	0	70	77	00
Totale importo del ponte <i>Ronco</i> L.			14725	20

Ponte al termine del canale.

Di questo manufatto che forma una cosa sola coll'edificio d'immissione delle acque nel Canale Cavour, terremo parola al Capitolo XI.

CAPITOLO IX.

S ifo n i.

Nessuna delle rogge o dei fossi che il Canale attraversa, trovavasi in tali condizioni altimetriche rispetto al Canale stesso da poterlo passare in ponte-canale.

Fu quindi giocoforza ricorrere alle tombe od ai sifoni per portare le acque dall'una all'altra sponda del Canale nuovo,

Quattro sono i sifoni che dovettero costruirsi; e sono:

1°	Il sifone Bonella alla progressiva	300,00;
2°	Id. Vallino »	1.188,00;
3°	Id. Barberis »	1.465,00;
4°	Id. Cornetto »	1.823,00.

Offriamo del primo soltanto il disegno (V. Tav. VI), meglio degli altri questo rispondendo al desiderio nostro di offrire al lettore ciò che maggiormente può interessare.

Il sifone Bonella fu eseguito in condizioni assai meno favorevoli degli altri manufatti congeneri.

Fu intrapresa e compiuta la costruzione di questi nei mesi di marzo e aprile in cui le acque d'irrigazione non erano in corso e quando lo erano, ciò accadeva in piccole quantità; inoltre il piano di fondazione per essi fu di soli m. 3,50 circa, e perfino di soli m. 2,75 sotto il piano di campagna; — per contro il piano di fondazione pel sifone Bonella è a circa 4,90 di profondità dall'antico suolo, la costruzione venne eseguita in tempo di copiosissima irrigazione, e per di più la maggior vicinanza della Dora aggravava ancora le di già tristi condizioni di questa opera.

Di mano in mano che si eseguivano gli scavi, le sorgenti crescevano di potenza; attalchè ben due viti di Archimede, una discreta pompa a stantuffo a semplice effetto ed una pompa a forza centrifuga, mosse da tre locomobili, appena bastavano a mantenere l'acqua a conveniente livello.

Alcune avvertenze di qualche importanza ebbero occasione di fare in questa costruzione, a conferma delle più elementari norme di costruzione, egli è vero, ma che volentieri registriamo, non essendo mai soverchia la cura ad aversi nell'esecuzione di opere analoghe a questa in discorso.

Una delle accennate avvertenze è che diverrà pessima, e per nulla atta alle funzioni cui è destinata, anche la migliore delle murature a malta di calce, ove non si evitino attorno ad essa, e prima che le calci abbiano fatta la loro presa, correnti d'acqua.

Una seconda è questa:

Che è utilissimo, per avere una buona costruzione, che i pozzi dove pescano gli apparecchi idrovori, siano il più lontano possibile dal luogo del lavoro.

Una terza è la seguente:

Del non sottoporre mai troppo sollecitamente, a pres-

sione di sorta, qualsiasi muratura in malta di calce, se non si è sicuri di sufficiente presa. E se vuoi pronta presa, si ricorra al cemento, che, impiegato in maggiore o minore quantità, a seconda del bisogno, dà eccellenti risultati.

Sifone Bonella, (V. Tav. VI).

Non riferendo qui il numero delle giornate impiegate per l'esaurimento delle acque che fu affatto dipendente dalla località e dalla stagione in cui si eseguivano i lavori di questo manufatto, diremo che la costruzione murale richiese giornate N. 2.071, così ripartite :

Assistenti	N°	18
Muratori	»	125
Falegnami	»	14
Manuali e garzoni per servizio muratori	»	236
Braccianti nelle escavazioni	»	1.678
	<u>N°</u>	<u>2.071</u>

Le quantità e gli importi riescono i seguenti:

	QUANTITÀ		IMPORTO	
Scavi per fondazioni . m. c.	1 071	00	1.071	00
Assate di pioppo . . . »	58	00	174	00
Muratura di calcestruzzo »	68	00	952	00
Id. di mattoni scelti »	175	00	4.900	00
Cappa di calcestruzzo . »	4	70	94	00
Cemento kg.	2.821	00	564	20
Mano d'opera per la cementatura			112	40
Importo totale del sifone <i>Bonella</i> L.			<u>7.867</u>	<u>60</u>

Sifone Vallino.

La costruzione di questo sifone richiese giornate di lavoro N. 922, distribuite come segue :

Assistenti	N°	14
Muratori	»	103
Falegnami	»	12
Manuali e garzoni per servizio muratori	»	187
Per escavazione	»	606
	<u>N°</u>	<u>922</u>

	QUANTITÀ		IMPORTO	
Scavi per fondazione m. c.	1.440	00	1.440	00
Assate di pioppo . . m. q.	70	00	210	00
Muratura di calcestruzzo m. c.	73	00	1.022	00
Id. mattoni scelti . »	168	00	4.704	00
Cappa di calcestruzzo . »	4	83	96	60
Cemento kg.	1.841	00	368	20
Mano d'opera per la cementatura			112	40
Importo totale del sifone <i>Vallino</i> L.			<u>7.953</u>	<u>20</u>

Sifone Barberis.

	QUANTITÀ		IMPORTO	
Scavi per fondazione . . mc.	888	00	888	00
Assate di pioppo . . . m.q.	54	00	162	00.
Muratura di calcestruzzo m.c.	60	00	840	00
id. di mattoni scelti »	153	00	4284	00
Cappa di calcestruzzo . . »	3	00	60	00
Cemento kg.	1615	00	232	00
Mano d'opera per la cementatura. . . L.			74	00
Importo totale del sifone <i>Barberis</i> L.			6531	00

Sifone Cornetto.

	QUANTITÀ.		IMPORTO	
Scavi per fondazione . m. c.	903	00	903	00
Assate di pioppo . . . m. q.	67	00	201	00
Muratura di calcestruzzo m. c.	68	00	952	00
id. di ciottoli naturali »	12	00	168	00
id. di mattoni scelti. »	149	00	4.172	00
Cappa di calcestruzzo . . »	4	70	94	00
Importo totale del sifone <i>Cornetto</i> L.			6.490	00

CAPITOLO X.

Salto e tratta di canale murato

(Vedi Tav. VII).

Il salto trovasi dove il canale volge in curva di m. 100,00 di raggio e più precisamente alla progressiva 2.640,00.

Digià si accennarono nella Parte Prima, Capitolo IV, i motivi per cui si fece questo salto; fra essi vi ha questo principalissimo, per l'economia dell'opera, dell'evitare un rialzamento di fondo negli ultimi 500 metri di lunghezza.

Ma a ben difendere le sponde presso il salto, avuto riguardo eziandio al cader esso nella curva, fu progettato armare quivi le sponde del canale con due muri della lunghezza media di m. 87,50, di altezza m. 2,20 per il breve percorso che trovasi a monte del salto, e m. 3,80 a valle del medesimo; verso l'alveo essi sono a scarpa del decimo, e verso l'interno delle arginature sono a parete verticale; la larghezza del muro in sommità è m. 0,65.

Nel fondare il muro di destra, che è il più lungo (m. 101,80), si trovò un terreno limaccioso perché sede di antichi fontanili.

Dovettesi perciò costipare il terreno, eseguendo dapprima un cassero di m. 2,00 di larghezza con steppefitte, guidate come di solito dalle lungherine rileganti le teste dei necessari pali e poscia infiggendo a scacchiera piccoli pali del diametro di circa m. 0,16 e lunghezza metri 2,50, a distanza di m. 0,70 da centro a centro; e determinanti colle loro teste il piano di fondazione a m. 1,30 sotto quello delle lungherine.

Questo sistema diede i più soddisfacenti risultati.

Costruzione fin qui poco tentata, riesci il salto (*V. Tavola VII*); e se nel caso nostro quasi si potrebbero dire superflue le particolarità eseguitesi, non fuori di luogo ci

pare il concetto che le dettò e che ci consigliò a proporre in via di grande esperimento per casi analoghi, nei quali il salto fosse libero sempre e non rigurgitato come il più delle volte qui riescirà.

L'andamento del canale essendo in curva e qualora il salto fosse in piano, rettilineo e seguisse la traccia di un raggio della curva medesima, i fili fluidi dipartentisi normalmente al ciglio del salto volgerebbero verso la destra sponda e poco obliquamente la percuoterebbero. Un primo passo adunque fu di obliquare alquanto più la direzione del salto in guisa da offrire ai fili fluidi un più esteso e libero campo dinanzi a loro. — Ma un inconveniente avrebbe arrecato il fissare rettilineo (nel senso planimetrico) il ciglio del salto, una parte cioè della massa liquida stramazante si sarebbe rivolta verso il muro della sponda sinistra; egli è perciò che alla terza parte di questa traccia rettilinea fu sostituito un arco di circolo che partendo tangente alla parte rettilinea giugnesse normale al muro sinistro.

Nel senso altimetrico poi, allo scopo di spostare la direzione del filone (la quale se il ciglio fosse in piano e rettilineo coinciderebbe colle tangenti all'asse del canale), e a somiglianza di quanto è praticato negli andamenti curvilinei delle ferrovie, il ciglio del salto fu rialzato verso l'infuori della curva secondo un arco di circolo di m. 400,00 di raggio, tangente all'orizzonte ad un terzo della larghezza del canale verso il centro della curva.

Colla prima accennata disposizione tendesi ad aumentare l'obliquità della direzione con cui la massa d'acqua stramazante va ad urtare il muro destro e la seguente sponda in terra; colla seconda, tendesi a guidare alla maggior possibile distanza del salto, il centro d'azione della massa stessa.

Entrambe adunque — non ostante la osservazione primordiale — ci sembrano concorrere alla stabilità dell'opera.

I quantitativi e l'importo di questo manufatto ci dimostrano essere esso di non lieve importanza rispetto all'economia dell'intero canale.

Risultano infatti le seguenti quantità e valutazioni:

	QUANTITÀ		IMPOSTO	
Scavi per fondazione . m. c.	2.663	00	2.663	00
Pali e lungherine . . . »	64	00	6.400	00
Tavoloni m. q.	429	00	5.148	00
Assate di pioppo	83	00	249	00
Ferramenta kgr.	423	00	423	00
Muratura di calcestruzzo m. c.	900	00	12.600	00
id. ciottoli spaccati »	578	00	9.248	00
id. id. naturali »	35	00	490	00
id. mattoni scelti . »	476	00	13.328	00
id. pietra da taglio a grana ordinaria »	5	08	558	80
id. p. gradini esterni »	1	38	179	40
Selciato a secco scelto m. q.	510	00	765	50
Totale importo del salto e della tratta di canale murato . L.			52.052	20

CAPITOLO XI.

*Ponte ed edificio di immissione delle acque
nel canale Cavour*

(Vedi Tav. VI).

Questo manufatto ha per iscopo di dare continuazione alla strada laterale della sinistra sponda del canale Cavour, che trovasi attraversata dal nuovo canale; e inoltre ha per iscopo di regolare l'immissione delle acque della Dora Baltea nel gran canale in tempo di basse acque nel Po.

Esso è costituito da un ponte obliquo a quattro arcate, diviso in due zone, di cui l'una inserviente realmente di ponte, l'altra di galleria di manovra delle 20 paratoie (sistema ordinario) che tolgono la comunicazione fra i due canali.

Non si ripeteranno qui, per amore di brevità, le dimensioni diggià registrate in chiaro modo nelle figure della tavola VI, né si riferiranno quelle poco interessanti osservazioni fattesi durante la costruzione; solo si dirà esser le paratoie disposte fra le due zone del vólto e manovrate mediante leva come all'edilizio di derivazione, solo il montante in luogo di essere bucherato è tagliato a sega; e ciò allo scopo di poter rialzare ancora la paratoia quand'anche sia essa sollevata oltre il punto d'appoggio della leva stessa.

Le quantità e l'importo di questo manufatto compresi i muri a monte sono i seguenti:

	QUANTITÀ		IMPORTO	
Scavi di fondazione . m. c.	2.125	00	2.125	00
Assate di pioppo . m. q.	52	00	156	00
Muratura di calcestruzzo m. c.	793	00	11.102	00
id. mattoni scelti »	902	00	25.256	00
id. ciottoli spaccati »	274	00	4.384	00
id. id. naturali »	56	00	784	00
id. a secco di pietrame »	17	00	204	00
id. pietra da taglio a grana fina »	47	00	6.580	00
id. ordinaria . . »	15	70	1.727	80
id. per gradini esterni »	1	55	201	50
Cappa per v o l t i . . . »	12	39	247	80
Paratoie N°	22	00	12.596	80
Opere minori			1.088	90
Importo totale del ponte e dell'edificio di immissione L.			66.453	00

CAPITOLO XII.

Importo totale del Canale.

L'avere fin qui registrati i particolari delle più importanti opere del Canale, non toglie opportunità alla esposizione

che ora faremo di un prospetto che tutti riassume gli importi:

1° Degli articoli di addebito nei patti contrattuali prestabiliti.

2° Delle opere d'arte.

3° Di quelle opere minori che per la poca o nessuna importanza tecnica non meritavano speciale menzione, ma che pur nella finale liquidazione coll'Impresa costruttrice figurano.

4° Per ultimo, di quelle altre opere provvisorie che richieste da urgenti ed impreveduti bisogni della Compagnia durante la costruzione del Canale dovettero essere eseguite a spese della Stazione Appaltante.

Vogliamo con queste ultime parole riferirci: — ad una doccia di legno, che disposta a guisa di ponte-canale dovette provvisoriamente sostituire per la lunghezza di circa m. 45 la Roggia Bonella stata in questo tratto soppressa coll'apri-mento del Canale, ed alla costruzione del cui sifone l'Impresa non era tenuta a provvedere pel principio della stagione irrigua; — ad una tura di legname e terra vegetale e ciottoli, che si dovette eseguire al termine del Canale nuovo per poter rimettere in esercizio, subito dopo la purgatura primaverile 1869, il Canale Cavour, mentrechè l'Impresa non era in obbligo di dare compiuta per questo tempo l'opera appaltata; — ad un casotto di legno in servizio della Direzione locale dei lavori, e a due ponticelli provvisori sulla Roggia Bonella.

Ecco ora il detto prospetto :

Articoli d'addebito a norma dei patti contrattuali.

1. Movimenti di terra (Parte 2 ^a — Capitolo I) L.	178.511,00
2. Deviazioni d'acqua e aggottamenti (Parte 2 ^a — Cap. I) »	40.000,00
3. Espropriazione dei terreni e indennità (Parte 2 ^a — Cap. II) circa »	130.000,00
<i>A riportarsi</i> L.	348.511,00

Principali opere d'arte state descritte.

<i>Riporto</i> L.	348.511,00
4. Diga attraversante la Dora Baltea (Parte 2 ^a — Cap. IV) »	237.682,00
5. Edificio di presa delle acque (Parte 2 ^a — Cap. V) »	145.364,00
6. Edificio scaricatore (Parte 2 ^a — Cap. VI) »	99.266,00
7. Argine destro Dora (Parte 2 ^a — Cap. VII) »	39.536,00
8. » sinistro » (» ») »	19.257,00
9. Argini-Scaricatore (» ») »	61.506,00
10. Ponte Dorona (Parte 2 ^a — Cap. VIII) »	12.850,00
11. » Ronco (» ») »	14.725,20
12. Sifone Bonella (Parte 2 ^a — Cap. IX) »	7.867,60
13. » Vallino (» ») »	7.953,20
14. » Barberis (» ») »	6.531,00
15. » Cornetto (» ») »	6.490,00
16. Salto e tratta di canale murato (Parte 2 ^a — Cap. X) »	52.052,20
17. Ponte ed edificio di immissione delle acque nel Canale Cavour (Parte 2 ^a — Cap. XI) »	66.453,00
18. Armature dei ponti (N° 10, 11 e 17) »	2.500,00

Opere di poca o nessuna importanza tecnica.

19. Armatura delle sponde del Canale in alcuni tratti con muratura di scapoli, in massima parte con selciato scelto su piede di calcestruzzo. »	27.956,00
20. Due tratti di muro per assicurare presso il Salto le sponde della Roggia Camera »	1.692,00
<i>A riportarsi</i> L.	1.158.172,20

	<i>Riporto</i> L.	1.158.172,20
21. Rinforzo con terra alla sponda destra del Canale a valle del salto »		3.560,00
22. Ponticello in muratura sulla Roggia Bonella »		390,00
23. Opere minori eseguite nella primavera del 1870, circa »		1.897,80
24. Opere ad economia ed anticipazioni circa »		9.000,00
25. Il 6 per 0 0 sulla somma del N° che precede a norma di apposito articolo del Capitolato d'appalto. »		540,00

Opere provvisorie.

26. Doccia di legno per la Roggia Bonella »	2.600,00
27. Tura a valle dell'edifizio di sbocco . »	4.600,00
28. Casotto in legname, e N. 2 ponticelli pure in legname. »	1.240,00
	<hr/>
Totale importo del Canale Sussidiario Cavour. L.	1.182.000,00

N.B. Nei rapporti coll'Impresa questo *totale*, diminuito dell'importo *espropriazione terreni* (Vedi N° 3) al cui sborso provvede direttamente la Compagnia, dovrà subire il ribasso avutosi all'asta che fu di 0,50 per 0|0.

CONCLUSIONE

Il *Canale sussidiario Cavour*, le cui fasi dall'origine al loro pieno sviluppo tentammo di chiaramente esporre, assicura tutta la dovuta competenza al Canale Cavour.

Sotto questo punto di vista esso è un potente mezzo di amministrazione e — diremo — siffattamente *potente* che ove alle funzioni sue in nessuna guisa si fosse provvisto, la Compagnia Generale dei Canali Italiani d'irrigazione avrebbe mancato di un mezzo indispensabile ad un franco ed ordinato procedere, e conseguentemente non avrebbe potuto avere mai quella vita rigogliosa che fra qualche anno indubbiamente avrà.

Sotto l'aspetto tecnico la descritta opera sarà classificata per la sua grandiosità fra le pregievoli opere idrauliche del paese nostro e dell'estero, e tornerà sempre ad onore della Compagnia medesima e di chi la progettò e validamente ne propugnò l'esecuzione.

Per le sue conseguenze finanziarie essa è tale da destare la più onorevole menzione della Sindacale Amministrazione che ne promosse l'eseguimento e dell'Amministrazione d'oggi che quanto mai puossi, attivamente adopera, allo scopo

di renderla proficua agli interessi sociali, non meno che agli interessi agricoli del basso Novarese e della Lomellina, in ispecial modo.

Per tutto cotesto adunque e per il desiderio di invitare coll'esempio i nostri giovani colleghi all'utilissimo esercizio di esporre *in poco* quelle *molte* considerazioni cui dà luogo la formazione dei progetti e l'esecuzione di importanti opere d'arte, abbiamo voluto redigere questa *Memoria*.

NOTA

Su alcune osservazioni sulla temperatura delle acque del Po e della Dora Baltea e dell'atmosfera circostante.

Si afferma pressoché universalmente dagli agricoltori del Vercellese che le acque della Dora Baltea sono più fredde che non quelle del Po; e che le materie da queste portate in sospensione sono fertilizzanti, e formano buoni terreni, mentre le materie portate in sospensione delle acque della Dora immagriscono le buone campagne e poco giovano alle sterili (*).

Ma se in queste affermazioni vi ha del vero, questo vero non fu fin qui — che da noi si sappia — scritto in numeri; e quando in una questione in gran parte di quantità, non interviene l'autorità dei numeri — i quali Humboldt chiamava *arbitri dell'Universo* — non crediamo si possa mai dire di avere di quella una soluzione esatta, completa e perentoria.

Di qui il pensiero che elaboravamo da qualche anno di

(*) È noto a chiunque abbia percorso le campagne del Vercellese in ispecial modo, come quanto più elevata è la temperatura dell'aria atmosferica, tanto più torbide pervengono alle terre le acque della Dora Baltea; mentrechè le acque del Po per nulla accusano, in proprio, analogo fatto.

Inoltre il fondo e le sponde dei canali e fossi recanti le acque della Dora, si trovano, specialmente in estate, coperti d'un materiale sottilissimo quasi impalpabile e d'un color cenerino, che talora si riscontra pure nelle campagne bagnate da quelle acque, mentrechè né le campagne, né i fossi e canali soggetti alle acque del Po offrono queste particolarità.

istituire, potendo, una serie di osservazioni atte a definitivamente dichiarare il grado di vero e l'importanza delle citate affermazioni.

Nel 1864 durante la costruzione del Canale Cavour la Compagnia Generale de' Canali Italiani d'irrigazione, disponeva di numeroso ed intelligente personale di sorveglianza dei lavori; proponemmo quindi che per qualcuno di quegli Impiegati, si facesse procedere ad accurate osservazioni:

1° Sulla temperatura atmosferica presso Chivasso e Verolengo;

2° Sulla temperatura delle acque del Po e della Dora presso quegli abitati medesimi;

3° Sulle quantità di materie portate in sospensione da quelle stesse acque.

Il Commendatore Noè — allora Direttore Generale Tecnico — benignamente accolta la proposta, ci fu largo di tutte quelle emanazioni ufficiali ed ufficiose verso gli osservatori, che assicurarono una buona serie delle desiderate osservazioni.

Solo ci duole che per parecchie cause, la terza classe di esse non abbia potuto aver compimento.

Riguardo alla classe prima, d'uopo è dire che le letture facevansi ad ogni mezzodì su termometro murale esposto al nord. — Sulle osservazioni della classe seconda è ad avvertire che prima della lettura, che pur facevasi a mezzodì di ogni giorno, operavasi, per non meno di 30" di tempo, la immersione (costantemente a circa centimetri *dieci sotto il pelo-acqua*) del bulbo di apposito termometro tascabile.

Riguardo al determinare la quantità delle materie tenute in sospensione dalle acque, ecco come procedevasi.

Una serie di filtri ordinari di carta era con ogni cura da noi preparata; ogni filtro portava un numero che lo individualizzava; essiccati colla stufa Gay-Lussac alla temperatura dell'acqua in ebullizione, detti filtri, uno ad uno, erano pesati su delicata bilancia del laboratorio chimico della Scuola d'applicazione degli ingegneri di Torino ed i risultanti pesi erano registrati in apposito quaderno.

L'osservatore riceveva i filtri avvolti ognuno in apposito foglio; *normalmente* ad ogni cinque giorni e *straordinariamente* in tempo di piene, ma sempre a mezzodì, faceva passare attraverso ad essi uno o due litri dell'acqua del Po o della Dora — due se l'acqua era piuttosto limpida, uno solo se era torbida; in apposito registro erano questa ed ogni altra particolarità segnate di fronte al relativo numero del filtro.

Lasciati poi i filtri essicare all'ordinaria temperatura, con ogni cura si avvolgevano nell'apposito foglio e ci si ritornavano ad ogni mese.

Una nuova pesata, in identiche condizioni igrometriche che la prima, doveva determinare il peso delle materie raccolte per ogni osservazione; e poscia una accurata analisi chimica delle materie raccolte per stagione doveva determinare la natura di esse e le quantità relative.

Ma ripetiamo: per varie cause — fra cui questa del non essere a disposizione dell'Ufficio della Compagnia i necessari strumenti di osservazione, e dell'essere ognora cresciute per numero ed importanza le affidate attribuzioni, — non ci fu possibile eseguire le seconde pesate, e far quindi procedere alla menzionata analisi chimica.

Esporremo adunque solamente quanto alle temperature si riferisce.

Nella Tavola VII abbiamo graficamente rappresentati i valori giornalieri di esse; ed invitiamo il lettore a far egli stesso risortire le interessanti particolarità che da un esame comparativo delle quattro curve risultano; — nel quadro seguente abbiamo registrati alcuni massimi e minimi ed alcune medie di quei valori.

Fiume PO.

		TEMPERATURA DELL'					
		AMBIENTE ATMOSFERICO			ACQUA CORRENTE		
		Massima mensile	Minima mensile	Media mensile	Massima mensile	Minima mensile	Media mensile
Settembre	1864	27 20	1 50	21 79	21 80	16 00	19 08
Ottobre	»	17 30	10 00	12 72	17 00	10 00	12 18
Novembre	»	14 00	3 00	7 80	12 00	4 00	7 65
Dicembre	»	8 00	0 00	3 09	6 00	2 00	4 03
Gennaio	1865	5 00	-6 00	0 19	6 00	2 00	3 42
Febbraio	»	4 00	-4 50	0 15	5 00	2 30	3 96
Marzo	»	8 00	0 00	0 06	8 00	3 00	5 87
Aprile	»	28 00	8 00	17 43	17 00	9 00	13 90
Maggio	»	25 50	16 00	21 20	21 00	12 00	16 40
Giugno	»	28 00	22 00	25 45	21 00	13 00	18 83
Luglio	»	35 00	19 00	27 64	22 00	18 00	19 35
Agosto	»	30 00	22 00	25 56	23 00	17 00	18 93
Totali		230 00	106 00	168 00	179 80	110 50	143 50
Media annuale delle massime . . .		19 16			14 98		
Media annuale delle minime			8 83			9 20	
Media annuale generale				14 00			11 96

Torrente DORA BALTEA.

		TEMPERATURA DELL'						OSSERVAZIONI
		AMBIENTE ATMOSFERICO			ACQUA CORRENTE			
		Massima mensile	Minima mensile	Media mensile	Massima mensile	Minima mensile	Media mensile	
		27 00	16 00	22 40	19 00	8 00	13 36	
		16 50	10 00	13 43	10 00	6 50	7 87	
		14 50	5 00	8 33	12 00	5 00	9 05	
		8 00	0 00	4 00	9 00	4 00	5 74	
		5 50	-2 50	2 37	6 00	2 50	4 51	
		8 00	1 00	4 07	7 00	2 50	4 37	
		9 00	0 00	5 66	7 00	3 00	5 16	
		18 50	7 50	15 11	15 00	5 50	12 05	
		23 50	13 50	17 66	18 00	12 00	14 83	
		23 00	16 50	20 61	18 50	15 00	16 80	
		25 00	17 50	22 08	21 50	15 50	17 88	
		22 50	16 00	19 77	18 50	15 00	17 16	
Totali		201 00	100 50	155 49	161 50	94 50	128 78	
Media annuale delle massime . . .		16 75			13 45			
Media annuale delle minime			8 37			7 87		
Media annuale generale				12 95			10 73	

Molte ed interessanti considerazioni potrebbero farsi esaminando li esposti numeri; ma noi accenneremo soltanto alle più rilevanti.

Osserveremo ora che rispetto alle *temperature dell'atmosfera* più interessano l'agricoltura i minimi che non i massimi; ma più dei minimi (ove non sieno questi eccezionali) le medie mensili; il confronto di queste cifre per le due vallate del Po e della Dora Baltea, non è privo d'interesse.

Ad esempio risulta che le temperature medie mensili dell'aria nella vallata Po in estate, superano le corrispondenti della vallata Dora; in inverno, sono quelle da queste superate.

La media annuale generale è poi di gradi 14 per l'aria presso il Po, e di 12°,95 presso la Dora; ha cioè luogo una differenza di gradi 1,05 a favore della prima considerata.

Analoghe cose sono a dirsi delle cifre rappresentanti le *temperature dell'acqua* dei due detti fiumi.

Aggiungeremo ancora che mentre la media annuale della temperatura dell'acqua del Po è gradi 11,96, e quella della Dora è 10,73 — cioè gradi 1,23 in più per il Po; — i limiti delle variazioni della temperatura per la Dora, sono più ristretti che non per il Po; e la minima media mensile per questo fiume è 3,42 quella del torrente essendo 4,37; si riscontra cioè quasi un grado di differenza in favore della Dora.

La differenza in ultimo fra le medie annuali delle temperature dell'aria e dell'acqua è al Po di gradi 2,04; alla Dora di 2,22.