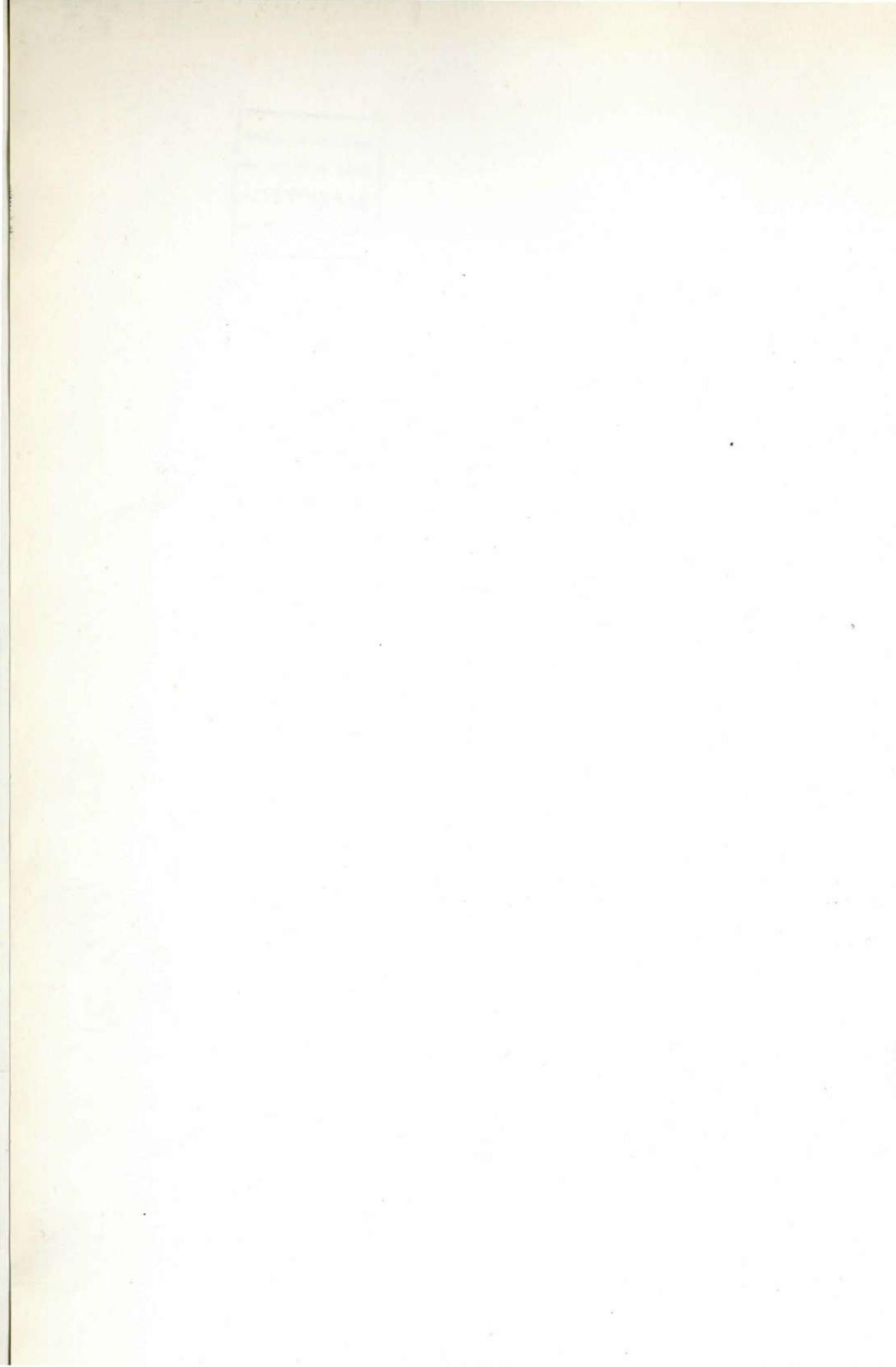


d/PM 626 COR

POLITECNICO DI TORINO
FACOLTÀ DI ARCHITETTURA
BIBLIOTECA
CORTELO DEL VALENTINO



908 (45.21) COR

POLITECNICO DI TORINO
FACOLTÀ DI ARCHITETTURA
BIBLIOTECA
COSTELLO DEL VALENTINO

CANALE NAVIGABILE

TORINO - CASALE MONFERRATO



F400

PROGETTO DI MASSIMA



TRATTE I - II - III - IV

RELAZIONE

E

Computo sommario della spesa

Torino, 4 Febbraio 1905.
Ing. CORAZZA CESARE.
Ing. SOLDATI ROBERTO.

CIRIÈ
TIPOGRAFIA G. B. VASSALLO
—
1905

CANALE NAVIGABILE

TORINO - CASALE MONFERRATO

PROGETTO DI MASSIMA

TRATTE I - II - III - IV



RELAZIONE

E

Computo sommario della spesa

Torino, 4 Febbraio 1905.

Ing. CORAZZA CESARE.

Ing. SOLDATI ROBERTO.

CIRIÈ
TIPOGRAFIA G. B. VASSALLO

1905

riguarda la navigazione a monte di Casale, doveva limitarsi ad esortare vivamente il Governo perchè, ricostituita la Commissione tecnico scientifica creata col R. D. 16 febbraio 1873, le venisse conferto fra gli altri mandati anche quello di proporre i mezzi per rendere navigabile il Po da Casale Monferrato a Torino, o di suggerire le norme per sostituirvi un canale laterale.

(Atti della Commissione per lo studio della Navigazione Interna nella valle del Po. Relazione generale del Presidente, pag. 155).

2.

Per riparare, in parte almeno, a tale mancanza di studi ed elementi tecnici riguardanti questo tronco, di essenziale importanza per la navigazione interna del Piemonte, la Deputazione Provinciale di Torino, col concorso di quelle di Novara e di Alessandria, dei Municipi di Torino e di Casale e della Camera di Commercio di Torino, affidava agli ingegneri sottoscritti l'incarico di studiare un progetto di massima di una via d'acqua da Torino a Casale Monferrato, senza prefiggere loro se essa dovesse ottenersi colla apertura di un canale laterale o piuttosto colla sistemazione dell'alveo del Po.

Successivamente però uno studio preliminare delle condizioni del fiume fatto dai sottoscritti, col concorso degli egregi ingegneri cav. Arimondi e cav. Mazzini, ingegnere capo l'uno del Genio Civile di Torino, l'altro dell'Ufficio tecnico dei canali Cavour, condusse all'unanime conclusione che, mentre resta da escludersi la navigabilità del Po a valle della presa del canale Cavour a Chivasso, per mancanza d'acqua in alcuni mesi dell'anno, durante i quali la portata del fiume viene per intero immessa nel canale Cavour, sarebbe bensì tecnicamente possibile, nel tratto da Torino a Chivasso, formare un letto di magra navigabile, ma ad ottenere tale risultato si incontrerebbero, in pratica, difficoltà gravissime e ad ogni modo si renderebbero necessarie spese eccessive, non solo per l'esecuzione delle opere indispensabili a rendere atto il Po alla navigazione, ma anche a mantenerlo tale in avvenire.

Conseguentemente a tali conclusioni rimase stabilito che

l'incarico ai riferenti affidato doveva esplicitarsi collo studio di un canale laterale al Po, per tutto intero il percorso da Torino a Casale Monferrato, tenendo per base, quanto alle sue modalità, le norme ed i criteri proposti dalla Commissione per il riordinamento della rete dei canali della valle padana.

3.

In adempimento all'incarico come sopra determinato si presenta ora il progetto di massima del Canale navigabile da Torino a Casale, che consta dei seguenti allegati:

Fascicolo	1.	Planimetria generale delle Tratte I-II-III.
"	2.	" " della Tratta IV.
"	3.	Profilo longitudinale delle quattro Tratte.
"	4.	Tratta I. — Planimetria particolareggiata.
"	5.	" " — Profilo longitudinale sull'asse del Canale Michelotti.
"	6.	" " — Sezioni trasversali del canale Michelotti.
"	7.	Tratta II. — Planimetria particolareggiata e sezioni trasversali del canale presso l'abitato di S. Mauro.
"	8.	" " — Sezioni trasversali.
"	9.	" " — Planimetria particolareggiata dell'attraversamento del Po a Chivasso. Disegni del ponte-canale e calcoli di stabilità.
"	10.	" " — Disegni della conca doppia di Chivasso a valle del ponte-canale sul Po.
"	11.	Tratta III. — Tipo di adattamento dei ponti esistenti attraverso il canale Cavour.
"	12.	" " — Calcoli di stabilità relativi al tipo di ponte principale modificato.
"	13.	" " — Tipo per la trasformazione dei ponti-canali, attraverso il canale Cavour, in sifoni.



Fascicolo 14.	Tratta III. — Adattamento del ponte-canale sulla Dora Baltea.
» 15.	Sezioni normali del canale e tipi dei muri di sostegno delle sponde.
» 16.	Moduli di edifici.
» 17.	La presente relazione con un computo sommario della spesa.

4.

Alle indicazioni grafiche, risultanti dai disegni di progetto, saranno aggiunti, nei capi seguenti, alcuni cenni descrittivi, per meglio spiegare e giustificare il tracciato proposto per il canale e le modalità principali del medesimo, come pure sarà esaminata taluna delle difficoltà che si incontreranno nella costruzione o nell'esercizio del canale, fra le quali, di essenziale importanza, quella dei mezzi per assicurargli una sufficiente dotazione di acqua. Ed anzitutto si crede opportuna qualche parola circa i limiti entro i quali venne tenuto il presente progetto e lo scopo al quale il medesimo risponde.

Noi abbiamo ritenuto che lo studio affidatoci dovesse essere essenzialmente destinato a determinare le principali caratteristiche del canale; la sua giacitura, se cioè a sponda destra o sinistra del Po; il suo tracciato, se ad alveo speciale od utilizzando in parte canali già esistenti; la zona a percorrersi; l'ubicazione dei porti; le dimensioni della sua sezione; il numero, l'altezza e la posizione delle conche; il modo di provvedere alla sua alimentazione acquea; la possibilità, convenienza, modo di produzione ed impiego di energia elettrica, utilizzando i salti che presenta il canale nel suo percorso.

Questi diversi punti furono da noi esaminati e studiati con quella maggior cura ed attenzione che ci fu possibile, e a riguardo di ciascuno di essi abbiamo procurato di presentare proposte tassative e concrete, che possano servire di base alle discussioni ed agli studi che dovranno poi fissare i capisaldi per il progetto esecutivo.

Per contro abbiamo creduto di dover prescindere dallo studio alquanto particolareggiato dei manufatti e degli edifici, il quale, mentre dovrà essere di essenziale importanza

nella redazione del progetto esecutivo, sarebbe stato per ora affatto prematuro ed inutile. Perciò ritenemmo anche per le conche limitato il compito nostro a stabilirne solamente la ubicazione e dimensioni, in modo rispondente alle esigenze della navigazione e delle località, alle norme consacrate dalla pratica, fatta astrazione per ora dai particolari delle medesime, trattandosi qui di un semplice studio preliminare, di base a quello definitivo.

Una tratta però del canale venne studiata con maggior abbondanza di particolari, quella, cioè, corrispondente all'attuale canale Michelotti. E questo perchè mentre ci apparve subito convenientissimo utilizzarlo, se possibile, come primo tronco del canale navigabile, per altra parte ci era necessario uno studio alquanto particolareggiato per riconoscere se tale possibilità esiste e quali opere saranno a tale scopo da eseguirsi. Questa parte del nostro lavoro inoltre ci fu assai facilitata mercè la cortesia dell'Ufficio Tecnico Municipale di Torino, che volle mettere a nostra disposizione numerosi rilievi planimetrici ed altimetrici dello stato attuale del canale Michelotti.

CAPO II.

Cenni generali sul tracciato del canale.

5.

Con riserva di dare, nei capi seguenti, qualche più particolareggiata indicazione per ogni singola tratta, si accenneranno anzitutto i criteri che ci furono di guida per fissare l'andamento generale del canale, quale viene proposto.

La prima delle questioni a esaminarsi fu quella della sede del canale nella sua estremità di a monte, cioè presso la Città di Torino, e la quale deve soddisfare a molteplici condizioni. È infatti necessario che il canale possa arrivare sino all'abitato stesso di Torino, senza intersecare un numero troppo grande di strade, ferrovie e borgate, e senza riescire, in un avvenire più o meno prossimo, di ingombro e di osta-

colo all'estendersi della fabbricazione. È necessario che si possa formare il porto in località di comodo accesso, con facilità di raccordo alle ferrovie e di sufficiente ampiezza da permettere quello sviluppo di bacini, di binari e di tettoie che oggi in Italia potrà forse a molti parere utopia, ma sul quale è giustificato l'assegnamento, tenuto conto di quanto si è verificato in Germania e in Francia per non pochi porti fluviali. È infine necessario che la testa del canale sia in tale ubicazione da permettere facilmente il prolungamento in a monte della via acqua, per non precludere o rendere troppo difficile il proseguire la navigazione, lungo il tratto del Po, a monte di Torino o l'allacciamento di altre linee tendenti alle Città dell'alto Piemonte.

Conveniente per alcuni riguardi sarebbe l'ubicazione del porto in Vanchiglia od anche nella regione (benchè più lontana) a sinistra della Dora Riparia, presso la sua confluenza col Po, ma resterebbe troppo distante dalle linee ferroviarie della rete del Mediterraneo, ed inoltre non sarebbe possibile prolungare in a monte la navigazione, salvo discendendo nel Po a valle della steccaia del canale Michelotti e rimontandone l'alveo sino oltre l'abitato di Torino, il che, per il tratto sottostante alla detta steccaia, presenterebbe non poche difficoltà. Per altra parte si andrebbe incontro a gravi ostacoli ed a rilevantissime spese se si volesse aprire un canale navigabile a ponente dell'abitato, attraverso a quella zona che oramai costituisce un sobborgo continuo, a ponente-giorno della Città, per alcuni chilometri oltre le barriere di Francia, di Orbassano e di Nizza.

Se già non troppo convenienti sono le condizioni della sponda sinistra del Po per stabilirvi il porto di Torino, le medesime sarebbero poi affatto sfavorevoli qualora, lungo tale sponda, si volesse sviluppare il primo tronco del canale navigabile, da Torino, cioè, sino a Chivasso.

Basta infatti ricordare che, adottandosi tale percorso, sarebbero da attraversarsi gli alvei e gli adiacenti bassipiani della Dora Riparia, della Stura, del Malone e dell'Orco.

Si presentò quindi affatto ovvia la idea di studiare se il canale Michelotti potrebbe venire utilizzato (previe naturalmente le occorrenti opere di allargamento e sistemazione) a canale navigabile, prolungandolo poi, in a valle, tutto lungo la sponda destra del Po, la quale, almeno sino a Chivasso, non presenta le difficoltà che si incontrerebbero sulla sponda opposta.

6.

Gli studi praticati avendo dimostrato (come si dirà al Capo V) la possibilità, anzi la facilità, di rendere navigabile il canale Michelotti, per tutto il suo percorso, noi proponiamo nel progetto che si presenta:

a) che l'origine del canale navigabile da Torino a Casale Monferrato si stabilisca allo attuale incile, sul Po, del canale Michelotti (incile che si trova a circa metri 160 a valle del ponte Vittorio Emanuele) e che questo canale venga utilizzato, colle occorrenti opere di adattamento, a primo tronco della via acqua in progetto;

b) che in adiacenza allo incile del canale Michelotti sia costrutta una conca, mediante la quale le barche possano dal canale stesso passare al Po, a monte naturalmente della steccaia, il cui ciglio dovrà essere sopraelevato, con una diga mobile, al doppio scopo di mantenere nel canale Michelotti la maggior altezza d'acqua che resta fissata pel canale navigabile, e di aumentare pure il tirante di acqua nel Po nel tratto in a monte;

c) che uno scalo secondario venga formato, a sponda sinistra del canale, tra l'incile ed il ponte Regina Margherita, occupando tutta intera l'area del parco Michelotti;

d) che però il porto principale sia costruito a giorno della Città, a sponda sinistra del Po, a poca distanza dalla stazione di smistamento, collegandolo alla medesima con binario di raccordamento.

La comunicazione tra il canale Michelotti e questo porto si avrà mediante l'interposto tratto di fiume, che, senza difficoltà troppo gravi, si può rendere navigabile ed al quale sarà assicurata un'altezza di acqua non inferiore a quella del canale, sopraelevando, come ora si è detto, la steccaia Michelotti con una diga mobile e, qualora ne fosse ancora il caso per qualche tratto, mediante non difficili lavori di dragaggio del fondo.

In tal modo riescono, a nostro avviso, soddisfatte le esigenze più sopra accennate, poichè non si disturbano assolutamente in alcuna parte dell'abitato, o sue vicinanze, nè le comunicazioni attuali, nè le condizioni edilizie cittadine, nè la possibile espansione della Città;



si porta il canale nell'interno dell'abitato e si forma, per le merci meno ingombranti e destinate a, o spedite da Torino, uno scalo entro l'abitato stesso;

il porto principale sarà in posizione molto conveniente sia per il servizio della Città, sia per l'allacciamento alla rete delle ferrovie, sia anche per ulteriori diramazioni di vie acquee all'alto Piemonte.

Si dovrà, è vero, sospendere la navigazione per quel breve tratto di Po durante lo stato di piena del fiume, il quale però si verifica per ben pochi giorni all'anno, ma tuttavia malgrado questo inconveniente (che del resto si lamenta in tutti i fiumi navigabili) questo tratto di alveo di Po presenta pur sempre il mezzo più economico, più spedito, meno difficoltoso, per l'attraversamento, in via acquee, dell'abitato di Torino.

7.

Reso navigabile il canale Michelotti, ne consegue che l'inferiore tracciato del canale, almeno sino a Chivasso, venga sviluppato sulla medesima sponda destra, la quale si presenta in quel tratto in condizioni assai favorevoli, fatta solo eccezione di una breve lunghezza, presso l'abitato di S. Mauro.

Da Chivasso in giù l'esistenza del canale Cavour, che, per le sue condizioni generali, già soddisfa ampiamente alle esigenze di un canale navigabile, imponeva di esaminare se si abbia o meno la possibilità e la convenienza di utilizzarlo alla navigazione per tutto quel maggior percorso che sia compatibile colla sua direzione, che poco dopo Verolengo diverge verso notte e si allontana dalla sponda del Po, lungo la quale invece deve manifestamente mantenersi il tracciato del canale navigabile tendente a Casale Monferrato.

L'esame da noi fatto (e col cortese concorso del sullodato sig. ing. Mazzini) delle modalità del canale Cavour e dei manufatti lungo il medesimo esistenti, dimostrò che se esistono difficoltà e sono necessarie spese per adattarlo e servirsene per la navigazione, tuttavia non sono troppo rilevanti nè le une nè le altre (e delle medesime si dirà al Capo VII) di fronte al vantaggio che si ottiene risparmiando, per parecchi chilometri, la formazione di un nuovo canale.

Si propone perciò che il canale Cavour venga utilizzato per la navigazione, a cominciare subito dopo il suo incile (o più precisamente dalla prima curva a valle del medesimo) sin dopo l'attraversamento della Dora Baltea, sopra la quale il canale Cavour passa con un grandioso ponte-canale a 9 arcate. La lunghezza di questa tratta è di chilometri undici circa.

È ancora opportuno avvertire che, indipendentemente anche dallo scopo di utilizzare per la navigazione quel tronco del canale Cavour, si avrebbe pur sempre a valle di Chivasso la convenienza, anzi la necessità, di tenere il tracciato a sponda sinistra del Po, per evitare le difficili condizioni che presenta la campagna sulla sponda opposta e specialmente le profonde trincee e le gallerie che, in diversi tratti, s'imporrebbero attraverso le ultime falde della collina, costituite da terreni instabili e franosi.

8.

Oltrepassata la Dora Baltea la determinazione del tracciato, attraverso alla vasta pianura, uniforme, solcata solo da canali artificiali o da qualche colatore, ma da nessun corso d'acqua importante, dipende essenzialmente dal decidere se il medesimo debba passare a notte o a giorno (cioè superiormente od inferiormente) alla ferrovia Chivasso-Casale. Ora due considerazioni, a nostro avviso di capitale importanza, inducono a tenere il canale navigabile il più vicino che sia possibile al Po (esclusa però naturalmente la zona per la quale possa esservi pericolo, anche solo remoto, di corrosione).

È infatti da osservare, in primo luogo, che la campagna che si tratta di attraversare è tutta irrigua e coltivata anzi, per la massima parte, a risaia, e perciò attraversata da una fitta rete di cavi e rogge irrigatorie e dalle loro diramazioni e sottodiramazioni. È quindi di manifesta convenienza che il canale navigabile venga aperto lungo l'estrema zona inferiore di questa pianura, per diminuire, in quanto possibile, le difficoltà e le spese che si incontreranno nell'attraversamento di tutti quei cavi e cavetti irrigatori e soprattutto per evitare le opposizioni che, giustificate o non, purtroppo sono a prevedersi.

In secondo luogo poi è da avvertire che, aprendo un canale attraverso una pianura tutta irrigua e tutta percorsa da numerosissime rogge e fossi distributori d'acqua, si incontrerà sicuramente, nelle trincee, la falda delle acque freatiche, nè per altra parte sarebbe possibile tenere il canale sempre a così poca profondità da evitare tale incontro. È quindi manifesto che se il canale viene aperto verso la parte più bassa di quella pianura, ben minore sarà il pericolo di opposizioni e reclami quand'anche la falda freatica (in quella zona più bassa, maggiormente abbondante) potesse, in qualche misura, contribuire alla dotazione d'acqua del canale navigabile.

Per tali motivi, distaccandosi dal canale Cavour subito a valle dell'attraversamento della Dora Baltea, il tracciato in progetto discende, parallelamente alla Dora ed a breve distanza dalla sua sponda sinistra, sino all'incontro della ferrovia Chivasso-Casale, alla quale sottopassa in corrispondenza del rilevato di accesso al ponte di Calciavacca, e subito dopo sottopassa pure alla strada provinciale, sviluppandosi poi, sino a Casale, nella zona compresa tra la ferrovia ed il Po. In tal modo il canale viene a passare inferiormente agli abitati di Crescentino e di Palazzolo e superiormente a quello di Morano, per poi terminare, sulla sponda sinistra del Po, di fronte all'abitato di Casale, in corrispondenza alle opere di fortificazione (ora abbandonate) costituenti la difesa della testa del ponte.

In corrispondenza a queste opere di difesa e così a sponda sinistra, e proprio di fronte all'abitato, sarà formato il porto di Casale, compreso tra la strada provinciale e la ferrovia Casale-Vercelli, retrostante all'argine che si estende dal ponte della provinciale a quello della ferrovia.

Nel prescegliere l'ubicazione di detto porto si è avuto di mira il facile proseguimento della navigazione, sia lungo lo alveo del Po, mediante l'apposita conca progettata, sia mediante prolungamento del canale sulla sponda sinistra del fiume, nel qual ultimo caso la conca servirà per collegare il porto coll'abitato di Casale posto su sponda destra. Inoltre il sito nel quale termina il canale in progetto, precisamente contro il rilevato della ferrovia, in corrispondenza al bivio delle due linee di Mortara e di Vercelli, molto bene si presenta per far sottopassare il canale alle due ferrovie e prolungarlo, in a valle, lungo la sponda del Po.

9.

La lunghezza totale del canale navigabile, secondo il tracciato che si propone, è di chilometri 70,160 a partire dalla soglia dell'incile del canale Michelotti sul Po (subito a valle del ponte Vittorio Emanuele) sino al rilevato della ferrovia a valle del porto di Casale, cioè in corrispondenza al bivio delle linee Casale-Mortara e Casale-Vercelli.

Questa lunghezza totale, di chilometri 70,160, consta delle seguenti quattro tratte:

1^a Tratta, di chilometri 3,500, per il percorso nel canale Michelotti, allargato e reso navigabile;

2^a Tratta, di chilometri 19,750, per il percorso di canale da aprirsi in nuovo, dal punto di distacco dal canale Michelotti sino all'ingresso nel canale Cavour a Chivasso, in corrispondenza alla prima curva dopo l'incile;

3^a Tratta, di chilometri 10,890, per il percorso nel canale Cavour dal punto suddetto sino a valle del ponte-canale sopra la Dora Baltea, dove comincerà l'altro tronco di canale da aprirsi in nuovo;

4^a Tratta, di chilometri 36,020, per il tronco di nuovo canale da a valle dello attraversamento della Dora Baltea sino al termine nel porto di Casale, cioè sino all'incontro del rilevato della ferrovia al bivio Mortara-Vercelli.

Nella planimetria generale di progetto, qui allegata in scala ridotta, sono indicati i raggi delle curve, che si procurò di tenere grandi il più che fu possibile, tantochè il raggio minimo è ancora di m. 200. Con ciò sarà dato mantenere entro limiti abbastanza ristretti l'allargamento da apportare alla sezione del canale in corrispondenza alle curve, per permettere l'incrocio delle barche. A determinare la misura di tale allargamento le istruzioni 19 luglio 1880 del Governo Francese, relative alle modalità dei canali navigabili, indicano la formula empirica $x = 10 + \frac{380}{R}$, nella quale x è la larghezza da assegnare al canale a m. 2,00 sotto il livello dell'acqua, R il raggio della curva dell'asse e 10^m la larghezza di fondo indicata, nelle istruzioni stesse, come normale a livello del fondo. Da questa formola si deduce che per raggi inferiori ai 200 m. l'allargamento riescirebbe notevole.

Quanto alle condizioni altimetriche del tracciato, le medesime risultano a tutta evidenza dal profilo longitudinale di progetto, qui allegato in proporzioni ridotte, redatto in base a numerose quote di livello, rilevate direttamente sul terreno e verificate con i necessari controlli. Queste livellazioni furono collegate con i capisaldi dell'Istituto Geografico Militare esistenti nelle adiacenze del tracciato e le cui quote, dietro la richiesta fattane, ci furono comunicate dall'Istituto stesso. Sono perciò riferite al livello del mare tutte le quote altimetriche dei disegni allegati.

A corredo del profilo longitudinale si unisce nel progetto un elenco di capisaldi.

Gioverà intanto accennare che è di metri 103,55 il dislivello tra la soglia dell'incile sul Po del canale Michelotti (quota 210,99) e il fondo in progetto del canale navigabile, in corrispondenza al porto di Casale (quota 107,44). Questo dislivello (diminuito di quella piccolissima pendenza assegnata al fondo del canale, e della quale si dirà parlando delle singole tratte) viene ripartito in 19 conche, delle quali una doppia, ed appartenenti a due soli tipi, cioè uno dell'altezza di m. 6 circa e l'altro dell'altezza di m. 3,20 circa. La conca doppia consta di due conche di m. 6,14 ciascuna, l'una di seguito all'altra.

Le 19 conche sono così ripartite nelle diverse tratte:

nel canale Michelotti una conca sola in corrispondenza del salto del Molino, così detto delle Catene, alla Madonna del Pilone;

nel tronco dal termine del canale Michelotti all'ingresso del canale Cavour, N. 5 conche, delle quali una doppia poco a monte del detto ingresso;

nessuna nel percorso del canale Cavour;

nel nuovo tronco dal canale Cavour a Casale N. 13 conche.

Sono inoltre da formarsi altre due conche, cioè, una alla origine del canale Michelotti (e segnata nella planimetria 11500 del fascicolo N. 4) per comunicare dal canale al fiume, ed un'altra avente lo stesso scopo, al porto di Casale.

Quanto poi alle livellette dei tratti tra conca e conca (*biefs*)

sono naturalmente da distinguersi quelle comprese tra Torino e Chivasso dalle altre a valle dell'attraversamento della Dora Baltea.

Nel percorso da Torino sino all'incontro del canale Cavour defluisce nel canale navigabile una portata costante di parecchi metri cubi al minuto secondo, e si assegna quindi ai singoli tratti compresi tra conca e conca quella pendenza di fondo, che, secondo le formole idrauliche e con quelle date dimensioni della sezione e natura delle pareti, risulta necessaria per assicurare il deflusso di detta portata.

A valle invece dell'attraversamento della Dora Baltea l'acqua nel canale deve essere stagnante, ossia non vi sarà altro deflusso se non di quel volume necessario per sopperire al consumo delle concate e delle altre perdite per evaporazione, filtrazioni, ecc., ed il livello dell'acqua sarà come orizzontale. In questo tronco perciò al fondo tra conca e conca (che potrebbe anche essere affatto orizzontale) si assegnò una pendenza insignificante, al solo scopo di facilitare l'alimentazione e lo svuotamento del canale (V. Berthot, *Des canaux* pag. 121).

CAPO III.

Sezioni trasversali e altre modalità principali del canale.

11.

Essendoci stato prefisso che lo studio del canale venga fatto in conformità ai criteri ed alle proposte risultanti dalla relazione 8 marzo 1903 della Commissione per lo studio della Navigazione Interna, le dimensioni della sezione trasversale del canale e dei manufatti sono stabilite tenendo per base che il tronco Torino-Casale Monferrato debba essere *una linea di primo ordine, capace cioè di permettere il passaggio a barche almeno delle dimensioni del primo tipo*, quale è proposto negli atti della Commissione stessa. Ora, a riguardo delle linee di primo ordine e delle barche del primo tipo, è detto al § 3 della parte quarta della relazione generale (pag. 77 del vol. I):



« la barca tipo per i corsi d'acqua principali risultò delle
« seguenti dimensioni :

« lunghezza fra le perpendicolari m. 32,50 ;
« larghezza » 6,50 ;
« immersione a carico completo » 1,90.

« Di conseguenza le misure minime adottate per le conche
« riuscirono :

« lunghezza m. 36,00 ;
« larghezza » 7,20 ;
« altezza minima dell'acqua sulla soglia » 2,00.

« Quanto all'altezza libera sotto i ponti in corrispondenza
« al pelo massimo di navigazione, si determinò che questa
« non dovesse mai essere minore di m. 3,50 ».

In conformità a queste basi, fissate dalla Commissione per le linee di primo ordine, la larghezza delle sezioni trasversali del canale è determinata in modo da permettere il passaggio a due barche larghe m. 6,50 ciascuna; la larghezza delle conche è fissata in m. 7,20 e l'altezza libera sotto i ponti è stabilita eguale a m. 3,50.

Quanto all'altezza dell'acqua abbiamo ritenuto conveniente eccedere di alquanto il *minimo* fissato dalla Commissione in m. 2,00, aumentandolo in via normale a m. 2,20 ed a m. 2,30 nei primi chilometri 10,230, per il particolare motivo che sarà indicato al capo seguente. Questo aumento ci parve opportuno perchè la misura di m. 2,00 era stata dalla Commissione fissata veramente come un minimo, mentre per altra parte sono noti i grandi vantaggi di avere un maggior tirante di acqua e quindi la tendenza universale, presso tutte le altre nazioni, di aumentarlo, anche a costo di gravi spese, nei canali già esistenti.

Quanto alla lunghezza delle conche proponiamo anche un leggero aumento sulla misura di m. 36,00, indicata, pure come minimo, dalla Commissione; proponiamo cioè di tenere tale lunghezza di m. 38,50, ossia eguale alla minima fissata in Francia dalla legge 5-6 agosto 1879 per la prima classe delle vie navigabili, cioè per le linee principali (e per le quali sono fissate queste altre dimensioni minime: profondità di acqua m. 2,00, larghezza delle conche m. 5,20, altezza libera sotto i ponti m. 3,70, dichiarandosi all'art. 2° della legge non potersi derogare da tali dimensioni, salvo che *par mesure législative*).

12.

In base a quanto venne ora accennato, si propongono le seguenti dimensioni per la sezione liquida del canale (V. disegni del fascicolo N. 15).

Per i tratti nei quali le scarpate sono a nuda terra la larghezza, a livello del fondo, sarà eguale a m. 12,40, con le sponde aventi l'inclinazione di 1 1/2 di base per 1 di altezza. Ne risulta quindi che, coll'altezza d'acqua di m. 2,20, la larghezza a livello del pelo sarà di m. 19,00 e di m. 19,30 se l'altezza d'acqua è di m. 2,30 (come si dovrà avere sino al principio del territorio di Castiglione). Nel primo caso l'area liquida risulta di m. q. 34,54 e di m. q. 36,455 nel secondo.

Qualora la natura del terreno sia tale da permettere di adottare scarpate più ripide, si conserverà la larghezza al pelo acqua eguale a quella ora indicata, restando perciò aumentata quella a livello del fondo.

Nei tratti poi nei quali le sponde del canale sono costituite da muri, di sostegno dei terrapieni laterali, si assegna al fondo la larghezza di m. 14,12 ed ai muri la scarpa di 1/5, cosicché la larghezza dello specchio di acqua sarà di m. 15,00 se l'altezza dell'acqua è di m. 2,20 e di 15,04 se l'altezza è di m. 2,30. La sezione liquida è perciò di m. q. 32,03 coll'altezza di 2,20 e di m. q. 33,53 con quella di 2,30.

Nel progetto di esecuzione, naturalmente, queste due sezioni tipo potranno ammettere taluna variante, in qualche tratto particolare del tracciato e secondo speciali circostanze della località e dei terreni attraversati, ma in un progetto di massima non è certo possibile discendere a maggiori particolari.

Sarà piuttosto opportuno aggiungere qualche parola per giustificare le larghezze di fondo di m. 12,40 e 14,12, rispettivamente assegnate alla sezione in terra e a quella con sponde in muratura e delle quali la prima potrebbe forse sembrare troppo scarsa e la seconda troppo grande per un canale, a doppia via, destinato al passaggio di barche larghe m. 6,50, quale è il tipo adottato dalla Commissione per il riordinamento della Navigazione Interna. Quanto alla prima obiezione si osserva che, nella loro parte inferiore, quelle barche hanno una larghezza minore di m. 6,50 e che, ad ogni modo,

la loro immersione massima non essendo che di m. 1,90, la dimensione del canale in corrispondenza del loro punto infimo risulta già sensibilmente superiore al doppio della loro larghezza. Tale dimensione poi, di m. 12,40 a livello del fondo supera di ben m. 2,40, quella della sezione del canale dalla Marna al Reno, che può essere considerato come il profilo normale dei canali francesi della prima classe (V. Debaube, *Navigation fluviale et maritime* pag. 313) e che non ha che la larghezza di m. 10,00 a livello del fondo e le sponde colla inclinazione di 1 1/2 di base per 1 di altezza.

Quanto alla seconda obbiezione, che cioè sia eccessiva la larghezza di fondo di m. 14,12 per le sezioni con sponda in muratura, è da avvertire come quella maggior larghezza la quale, trattandosi di sponde pressochè verticali, già sarebbe opportuna per un canale ad acqua stagnante, diventa poi assolutamente necessaria per il tronco Torino-Chivasso (dove essenzialmente quella sezione deve venir applicata), il quale è ad acqua corrente, perchè vi defluisce una portata di parecchi metri cubi, come sarà indicato al Capo IV.

Per la grossezza dei muri, segnati nelle sezioni normali, a sostegno dei terrapieni laterali, vennero adottate la sagoma e le dimensioni del tipo in uso presso la Società delle ferrovie del Mediterraneo.

13.

Di due altri particolari della sezione trasversale del canale si darà ancora qualche cenno, cioè sulla strada di alaggio e sulla difesa delle scarpate a livello della linea d'acqua.

In alcuni canali si hanno due strade di alaggio, e tale disposizione, se non viene prescritta, è però raccomandata nelle istruzioni, 19 luglio 1880, del Governo francese, riguardanti le sezioni tipo da adottarsi pei canali navigabili. Si citano tuttavia anche numerosi esempi nei quali una sola è la strada di alaggio, e questo si incontra poi in generale nei canali dell'Inghilterra (V. Vuigner, *Rivière et canal de l'Oureq*, pag. 60).

Il Berthot (*Traité des canaux*, pag. 134) dopo aver detto che, in generale, la strada di alaggio si trova a m. 0,70 sopra il livello dell'acqua, e che ordinariamente le si assegna la lar-

ghezza di m. 4, con un arginello di m. 0,30 — 0,40 di altezza, aggiunge (quasi sia una norma generale) che sulla opposta sponda si forma una strada di controalaggio, avente solamente la larghezza di m. 2,00 ed ugualmente munita dell'arginello. Il Guillemain per contro fa osservare che si realizza una leggiera economia assegnando alla strada di controalaggio una larghezza minore di quella di alaggio e che sovente si rimpiange poi di non averla fatta egualmente larga, soprattutto quando la circolazione è molto attiva, poichè, colle due strade eguali, si potrebbero avere due correnti di navigazione, che evitano le perdite di tempo negli incroci.

In questa diversità di esempi pratici e di opinioni di autori, riteniamo per ragioni di economia di proporre, per intanto, una sola strada di alaggio ed un semplice passaggio per pedoni sulla sponda opposta, e della larghezza di m. 2,00, il quale costituirà la traccia della seconda strada se questa, dato lo sviluppo della navigazione, fosse per rendersi necessaria in avvenire. Alla strada di alaggio progettata viene assegnata la larghezza di m. 4,00, non compreso l'arginello largo m. 0,50 ed alto 0,30 per le sezioni in terra, nè il parapetto in muratura, largo m. 0,40 ed alto 0,70 per le sezioni nelle quali le sponde del canale sono costituite da muri di sostegno.

L'altezza della strada di alaggio sopra il livello del pelo acqua è di m. 0,70 e sarà a sponda destra perchè così è richiesto dalle condizioni locali di tutto il percorso da Torino a Chivasso.

Quanto alla difesa delle scarpate a livello del pelo acqua, è noto come nei canali navigabili il movimento impresso all'acqua dal passaggio delle barche (*batillage*) ha per effetto di sgretolare e corrodere la sponda, all'altezza all'incirca del pelo acqua e come per impedire tali guasti si usi di rivestire la sponda, per una striscia a livello dell'acqua (per un'altezza di almeno 0,30 sopra e sotto il pelo), oppure di semplicemente formare a livello del pelo acqua una banchina o risega orizzontale, della larghezza di almeno 0,50 e da piantumarsi con arbusti, quali ad esempio salici, ontani, ecc., i quali formano un ostacolo all'azione corrodente dell'onda. Nelle già citate istruzioni ministeriali francesi del 19 luglio 1880 non si dà alcuna norma precisa a riguardo di queste difese, per il motivo che le medesime sono suscettibili di variare, non solo a seconda della natura del terreno esposto alla corrosione, ma soprattutto secondo il modo di alaggio delle barche e la importanza del movimento della navigazione. Ed effettiva-

mente in pratica furono adottati molti e vari generi di rivestimenti, fra i quali però i più economici e pratici sembrano quelli fatti semplicemente con scapoli a secco, rinforzati e sostenuti da palotti e traverse orizzontali di legno.

Nel canale di Dortmund-Ems furono anche adottate lastre gettate di cemento, della grossezza di m. 0,08.

Nel progetto che ora si presenta viene adottato nelle sezioni normali l'altro sistema di una semplice banchina, larga 0,60, a livello dell'acqua, perchè più economico, mentre per altra parte non sarebbe ora possibile precisare i rivestimenti più adatti nelle singole tratte.

In corrispondenza al canale Cavour non è certamente il caso di proporre alcuna modificazione all'inclinazione delle scarpe, per le quali si formeranno poi quei munimenti, a livello del pelo acqua, che all'atto pratico si riconosceranno necessari, e che sono possibili ad eseguirsi anche a canale pieno. È però probabile che solo eccezionalmente saranno necessari questi rivestimenti, sia per la maggior larghezza del canale, sia perchè si tratta di scarpate già da tempo formate e consolidate.

CAPO IV.

Sviluppo di forza motrice lungo il canale.

14.

La caduta assai notevole (cioè di circa m. 38) del Po dallo incile del canale Michelotti a quello del canale Cavour, e la possibilità di immettere nel tronco Torino-Chivasso del canale navigabile una portata di parecchi metri cubi, senza pericolo di andar incontro ad opposizioni, nè alla necessità di ampliare la sezione del canale, come pure senza aver da sopportare maggiori spese per la derivazione, e senza produrre nel canale una velocità dannosa alla navigazione, sono altrettante circostanze che dimostrano, senz'altro, la convenienza, sotto ogni riguardo, di utilizzare i salti del canale navigabile a scopo di produzione di forza motrice.

Però se tale convenienza è certa e manifesta, non devesi

per altra parte esagerare nè l'entità della forza motrice ricavabile, nè i vantaggi che se ne potranno ritrarre, ed è quindi opportuno di tosto precisare i limiti entro i quali l'una e gli altri devono intendersi compresi.

In parecchie misure eseguite dall'Ufficio Tecnico Municipale di Torino sulla portata del Po a Torino, nell'adiacenze del castello del Valentino, durante le magre estreme del fiume, la portata minima accertata fu di metri cubi 22,720 al minuto secondo (11 aprile 1894); e siccome dal punto in cui si eseguivano le misure sino all'incile del canale Michelotti non si pratica alcuna sottrazione dal Po (anzi vi è lo scarico di alcune acque dei canali sotterranei della Città) così si può con sicurezza ritenere che al suddetto incile la portata assolutamente minima del fiume sia di metri cubi 23, in cifre rotonde. Subito a valle, il Po riceve lo scarico del ramo destro del canale della Ceronda, poi lo sbocco della Dora Riparia e poco inferiormente ancora, cioè in corrispondenza alla borgata del Parco, il canale dello stesso nome. Per la Dora Riparia però è da avvertire che nel periodo di magra (e per alcuni mesi durante ogni anno) il suo alveo rimane completamente asciutto in corrispondenza alla steccaia dell'imbocco sussidiario del canale del Parco, posta a circa metri cento a monte del ponte cosiddetto delle Benne, di guisa che, durante le magre, il volume immesso dalla Dora nel Po si riduce alla portata del ramo sinistro del canale della Ceronda, che si scarica nella Dora subito a monte del suddetto ponte delle Benne, e alle poche sorgive che inferiormente a questo possono affiorare all'alveo. Dai dati che sono a nostra cognizione, possiamo ritenere che queste immissioni nel Po, a valle della derivazione del canale Michelotti e sino alla borgata del Parco, sono complessivamente di almeno 6 o 7 metri cubi, anche nelle massime magre.

In questa condizione di cose riteniamo che nessun danno od inconveniente possa verificarsi lungo l'inferiore corso del Po sino a Chivasso se, colla presa del canale Michelotti, venga derivata una portata di metri cubi 16,5 al 1", per scaricarne poi m. c. 1,5 nel canale Sambuy (del quale importa, come si dirà in seguito, annullare la derivazione ora esistente sul Po presso S. Mauro) e portare poi gli altri m. c. 15 sino a Chivasso, per immetterli ivi nel canale Cavour. E tale appunto è la proposta che viene presentata, ed alla quale sono coordinate le modalità e gli edifici del canale per il tronco da Torino a Chivasso.

Come risulta dal profilo generale in questo tronco si hanno 6 conche, compresa quella doppia subito a valle del pontecanale di Chivasso. In corrispondenza alle tre prime, aventi rispettivamente le cadute di m. 3,10, \times 6,00, \times 6,00, la portata del canale sarà di m. c. 16.500 e per le altre, aventi le cadute di m. 6,00, \times 3,12, \times 12,28, la portata del canale sarà di m. c. 15.000. Ne segue perciò che la forza motrice teorica possibile a svilupparsi in corrispondenza a quei sei salti sarà di cavalli vapore :

$$\frac{16.500 (3,10 + 6,00 + 6,00)}{75} + \frac{15.000 (6,00 + 3,12 + 12,28)}{75} = 7602$$

E se si ritiene, come usualmente, che il rendimento dei motori sia del 0,75, la forza effettiva corrispondente sarebbe di cavalli vapore $7602 \times 0,75 = 5701,50$.

Di questa forza una piccola parte risulta già attualmente impegnata, quella cioè prodotta dai due salti esistenti sul canale Michelotti, al molino cosiddetto delle Catene ed all'edificio del Meisino, destinato a elevare acqua per irrigazione. Ritenuta (V. Capo V) la portata attuale del canale Michelotti di m. c. 5500, essendo l'altezza del salto del molino di m. 2,00 e quella dell'elevatore del Meisino di m. 0,60, la forza motrice teorica ora utilizzata al primo salto risulta di cavalli vapore nominali 146,67 e quella al secondo di cavalli vapore 44,00 e così complessivamente di cavalli 190,67. Perciò, fatta deduzione dei medesimi, la nuova forza teorica sviluppata sarà, in cifre rotonde, di cavalli vapore nom. 7400, e quella effettiva di cavalli vapore 5550. Non è poi certamente il caso, in uno studio preliminare di massima quale è il presente, di venire ad alcuna particolare indicazione circa gli edifici da formarsi in adiacenza a ciascuna conca, per derivare l'acqua e tradurla ai motori, e circa quegli altri lavori aventi per scopo di mantenere il deflusso regolare della portata, quando i motori sono inattivi e per coordinare il funzionamento di questi colla manovra delle porte dell'adiacente conca.

Perciò ommettendo ogni indicazione su tale riguardo, si aggiungerà solamente che, colla forza motrice così sviluppata,

si potrà attivare un elevatore necessario per l'alimentazione del canale a valle dell'attraversamento della Dora Baltea; esercitare la trazione elettrica per tutto il percorso del canale; provvedere all'illuminazione dei tratti attraversanti i luoghi abitati; fornire l'energia occorrente alla manovra delle conche ed ai meccanismi di sollevamento nei porti; aumentare, in misura rilevantissima, la forza motrice della quale usufruisce attualmente il molino delle Catene alla Madonna del Pilone; continuare l'esercizio dell'elevatore del Meisino per l'irrigazione della sottostante campagna e compensare largamente quegli altri opifici ai quali l'apertura del canale navigabile eventualmente diminuisse o sopprimesse la forza motrice, della quale ora abbiano il godimento.

A tutti questi scopi si potrà ampiamente sopperire colla metà, e forse anche col solo terzo della forza motrice che è possibile sviluppare nel tronco da Torino a Chivasso, ed in modo sicuro e costante, perchè la dotazione d'acqua del canale è sempre possibile a ricavarci dal Po anche nelle magre estreme, nè l'altezza dei diversi salti sarà in alcun modo diminuita durante le acque abbondanti o le piene del Po. Si avrà quindi disponibile ancora una forza motrice molto importante, che potrà venir utilizzata da industrie che non mancherebbero di impiantarsi lungo il canale stesso, oppure distribuita in energia elettrica a Torino e nei paesi attraversati dal canale.

Riteniamo tuttavia prudente, nel computo della spesa del canale, non tener conto (in diminuzione della medesima) del reddito possibile a ricavarci da tale forza motrice, e questo perchè il reddito stesso non potrà certo venir realizzato se non poco per volta, a lunga scadenza, ed anche perchè dovendosi assicurare, prelativamente ed in ogni caso, l'esercizio della navigazione ed il buon funzionamento delle conche, l'uso della forza motrice potrà essere sottoposto a qualche vincolo e forse anche andar soggetto a qualche disturbo. Per contro, siccome non si farà alcuna deduzione dall'importo della spesa per l'utile a ricavarci dalla forza motrice non impiegata per uso della navigazione e siccome, inoltre anche adifita a tale uso, avrà il suo compenso nell'esercizio del canale, così nel preventivo della spesa non si comprenderà il costo dei fabbricati e dei meccanismi delle stazioni generatrici e neppure quello della trasmissione dell'energia lungo il canale.

CAPO V.

**Particolari relativi alla prima tratta
(canale Michelotti).**

16.

La prima tratta, come già si è accennato al § 9, comprende quella parte del percorso per la quale viene utilizzato il canale Michelotti, convenientemente allargato e sistemato, e si estende per una lunghezza di chilometri 3,500.

Prima però di dare alcune particolari indicazioni, relative alle condizioni di questa tratta, sarà opportuno qualche cenno circa l'ubicazione del porto principale di Torino.

Venne già avvertito, più sopra, che mentre è consigliata la formazione di uno scalo a sponda sinistra del canale, presso il suo incile, in quello spazio di terreno ora destinato a pubblico passeggio ed indicato col nome di parco Michelotti (scalo che riuscirà certo conveniente per il servizio delle merci destinate alla o partenti dalla Città di Torino), però nè sarebbe sufficiente lo sviluppo di banchine e tettoie possibile ad ottenersi in quell'area ristretta tra il Po, il canale ed il ponte Regina Margherita, nè per altra parte l'ubicazione di quello scalo secondario sarebbe adatta per le merci da trasportarsi da o per le ferrovie della Rete Mediterranea. A questo doppio ordine di esigenze si soddisfa invece e, a nostro avviso molto convenientemente, con un porto a formarsi sulla sponda sinistra del Po, subito a monte dell'abitato e al quale si accederà dal canale, entrando nel fiume con una conca a monte della diga del canale Michelotti e poi navigando il fiume stesso, nel quale si potrà avere il necessario tirante d'acqua anche durante le magre, adattando alla steccaia del canale Michelotti una diga mobile ed operando anche, qualora fosse necessario, in alcun tratto del fiume, qualche dragaggio del fondo.

Ed una località molto adatta, per formarvi questo porto principale di Torino, si ha sulla sponda sinistra del fiume, a brevissima distanza a monte della cinta daziaria, cioè appena

oltrepasato il gruppo dei fabbricati dell'opificio Lanza e così a circa chilometri tre e mezzo superiormente all'incile del canale Michelotti. Quivi, parallelamente alla sponda, esiste una bassura che si estende per circa 700 metri in a monte, collegata con un'altra bassura od avallamento in direzione pressochè normale al Po e che si prolunga al di là dello stradale di Nizza ed anche della ferrovia. Il livello di questo bassopiano è all'incirca di m. 4,00 sopra quello del Po, in acque ordinarie, e sarà quindi facile, con una conca sola, passare dal fiume ai bacini del porto, qualora in questi il livello del pelo dell'acqua sia tenuto all'incirca a livello del piano campagna, mentre basterà una limitata altezza per lo argine a formarsi sul ciglio della sponda.

Senza venire (il che ora sarebbe impossibile) ad alcun particolare circa la posizione e lo sviluppo dei bacini, si propone di destinare per il porto l'area tinteggiata in color rosso nella planimetria generale, e per la quale si ha inoltre la circostanza molto favorevole che, pure essendo in immediata adiacenza alla barriera di Nizza, non vi esiste sinora alcun caseggiato, nè è a prevedersi che vi si abbia a sviluppare presto la fabbricazione, appunto per le accidentalità molto pronunciate che ivi presenta il terreno e perchè troppo in vicinanza al fiume e ad un livello troppo depresso.

Il porto verrebbe così a formarsi tra la sponda del Po e lo stradale di Nizza, mentre poi con un doppio binario (dimostrativamente segnato con una linea rossa nella planimetria generale 1:10000) si avrebbe la comunicazione tra il porto e la stazione di smistamento, sottopassando allo stradale di Nizza, in corrispondenza appunto al sito nel quale lo stradale attraversa, con un rilevato, la bassura od avvallamento più sopra accennato e che si estende, in direzione normale al Po, sino a ponente della ferrovia.

È ancora opportuno avvertire che lungo il Po, nel tratto di chilometri tre e mezzo, interposti tra l'incile del canale Michelotti e la conca a formarsi per entrare nel porto, non esiste alcuna steccaia, poichè quella dell'opificio Faraut (già dei molini di Cavoretto) si trova alquanto più in a monte, cioè quasi in corrispondenza all'estremità superiore dell'area destinata per il porto.

Quanto all'alimentazione idrica di questo, ossia alla provvista dell'acqua occorrente per il consumo dei bacini e specialmente delle conche per l'entrata e l'uscita dal porto, vi si potrà sopperire, per molta parte dell'anno, cogli scoli delle

numerose roggie d'irrigazione, che, diramandosi dai canali Becchia e Cossola (derivati dalla Dora Riparia), vanno a terminare nel Po in quelle adiacenze. Per gli altri pochi mesi dell'anno vi si potrà poi facilmente provvedere con un elevatore dal Po, che non richiederà certo una notevole spesa nè di impianto, nè di esercizio, perchè si tratta di una prevalenza di pochi metri e di un volume limitato d'acqua da innalzare.

L'area che si propone di destinare per il porto, cioè quella tinteggiata in rosso nella planimetria generale, misura ettari 24,5 circa, cioè il doppio della superficie del porto di Roanne (12 ettari), che pure è uno dei principali porti interni della Francia.

La necessità però di questo porto principale non si farà sicuramente sentire appena aperto il canale navigabile, e per alcun tempo sarà sufficiente il porto secondario del parco Michelotti, cosicchè se ne potrà dilazionare, di qualche anno, la costruzione. Per tale motivo nel preventivo della spesa non viene compresa la formazione del porto principale, che certo importerà una somma molto rilevante.

17.

Dello scalo secondario, a sponda sinistra del canale, subito a valle dell'incile, si ha un'indicazione schematica nella planimetria, in scala 1:1500, della prima tratta del canale, e dalla quale appare come il bacino del porto abbia la lunghezza di m. 500, con la larghezza di m. 24 e di m. 45 nella parte centrale. Il bacino comunica alle due estremità col canale, salvo a munire di porta la comunicazione a monte qualora la corrente del canale (benchè a velocità molto piccola) abbia a produrre un qualche inconveniente.

Per accesso al porto è progettata la formazione sopra il canale di un ponte in cemento armato, colla larghezza della carreggiata di m. 15 e posto di fronte allo sbocco delle vie Romani e Monferrato sul corso Casale.

La superficie totale di questo porto secondario, compreso il bacino, è di ettari 3,90 circa. Ad impedire le corrosioni della sua sponda (benchè ora non molto pronunciata) è pro-

gettata la formazione di un rivestimento in muratura della scarpata, come è indicato nelle sezioni trasversali N. 1 e 4.

Qualora prendesse un importante sviluppo il traffico di merci destinate ai numerosi opifici delle regioni Vanchiglia, Borgo Dora, Martinetto, si potrà, dalle medesime, comunicare col porto mediante un binario sul ponte Regina Margherita, o meglio costruendo un ponte a travate in ferro sul Po, dirimpetto al corso S. Maurizio, il qual manufatto permetterebbe di poi stabilire facilmente, una comunicazione col binario cosiddetto dei carboni, colla ferrovia Ciriè-Lanzo e colla stazione Torino-Dora.

18.

Venendo ora al canale Michelotti (di proprietà del Comune di Torino), le attuali sue condizioni planimetriche ed altimetriche risultano abbastanza dalla planimetria, profilo longitudinale e sezioni trasversali, che vengono allegati nei fascicoli N. 4, 5, 6.

Basterà quindi aggiungere qualche cenno circa la portata, che ora deriva dal Po, e l'uso al quale è destinato.

La derivazione si pratica per mezzo di una robusta steccaia, il cui andamento è segnato nella planimetria in scala di 1:1.500, della larghezza di circa m. 9,50 e costituita da 7 fila di pali, collegati da travi longitudinalmente e trasversalmente, con riempimento di massi e con due compartimenti stagni, formati, nelle riparazioni eseguitesi nel 1882-83, mediante calcestruzzo colato entro paratoie. Il ciglio della diga si trova alla quota 212,64 e così a m. 1,65 sopra il livello della soglia della chiavica dell'incile, avente 5 luci, larghe ciascuna da m. 1,01 a 1,04, munite di paratoie, che vengono maneggiate da agenti del Municipio di Torino. Essendo la diga in buone condizioni di funzionamento, quelle paratoie potrebbero essere alzate di tanto da procurare (salvo forse nelle grandi magre del fiume) l'introduzione nel canale di un corpo d'acqua superiore a quello che ordinariamente vi defluisce e che deve costituirne la normale competenza, per quanto è determinato dai volti di taluni ponti e dai cigli di taluno dei muri di sponda.

Sulla misura di tale competenza si hanno i seguenti dati. Nella memoria illustrativa della Carta Idrografica d'Italia,

pubblicata dal Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio (Direzione generale dell'Agricoltura), intitolata « Relazioni-Piemonte » (Roma, Tipografia Nazionale 1895), a pag. 352-53 è segnata la portata massima, ordinaria e minima del canale Michelotti, eguale rispettivamente a litri 5000-4500-3500 e per le durate rispettivamente di mesi 2-8-2. In una misura fatta nel 1883, in occasione di una perizia giudiziale, venne accertata la portata di litri 5500, essendo il canale in stato di acque abbondanti.

Si può quindi ritenere che si abbia a valutare in litri 5000-5500 la competenza normale del canale Michelotti, nelle sue attuali condizioni.

Quanto agli usi, il canale Michelotti serve unicamente ad azionare l'opificio già denominato Molino delle Catene alla Madonna del Pilone, ora esercito dalla Società Piemontese di Elettricità, e, durante la stagione irrigua, l'elevatore d'acqua cosidetto del Meisino, a vantaggio di un tratto dell'inferiore pianura, compresa tra il Po e la collina. L'altezza del primo salto si può ritenere di m. 1,90 - 2,00, e quella del secondo di m. 0,60 circa.

19.

Come appare dalle sezioni trasversali del fascicolo N. VI è proposto, per tutto intero lo sviluppo di questa prima tratta, di formare le sponde del canale con muri di sostegno, aventi la scarpa di 1/5, cioè di applicare le sezioni tipo N. 1 e 2, nelle quali la larghezza a livello del fondo è di m. 14,12, quella al pelo acqua di m. 15,04 e l'altezza dell'acqua di m. 2,30. Viene adottato questo modulo colle sponde del canale in muratura, sia per la ristrettezza della zona disponibile, sia per stabilire nelle migliori condizioni il canale stesso, che resta separato dal Po appena dallo stretto terrapieno della strada-argine. Con tali dimensioni della sezione è necessario assegnare al fondo la pendenza di 0,06 per chilometro, per il deflusso della portata di m. c. 16.500 al 1", che (come si è detto più sopra) si propone di derivare dal Po ed immettere nel canale navigabile. Questo risulta applicando la formula recente del Bazin

$$V = \frac{87 \sqrt{R I}}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

nella quale V è la velocità media, R il raggio medio, I la pendenza per metro e γ un coefficiente numerico eguale a 1,30 per i canali in terra in condizioni ordinarie, ed a 0,46 per le pareti in muratura di pietrame. Nel caso attuale, essendo in terra il fondo del canale, largo m. 14,12 ed in muratura di pietrame le sponde, aventi complessivamente lo sviluppo di m. 4,70 circa, si potrà assumere per γ questo valore :

$$\gamma = \frac{(0,46 \times 4,70) + (1,30 \times 14,12)}{18,82} = 1,09$$

Si ha poi :

$$\begin{aligned} \text{Area liquida m. q. } & 33,534 \\ \text{Perimetro bagnato m. l. } & 18,82 \\ \text{Raggio medio } R & = 1,782 \\ \text{Pendenza per metro } I & = 0,00006 \end{aligned}$$

e quindi :

$$\sqrt{R} = 1,3342 ; \sqrt{R I} = 0,01034$$

Sostituendo questi valori numerici nella suddetta formola del Bazin, si ha :

$$V = \frac{87 \times 0,01034}{1 + \frac{1,09}{1,3342}} = 0,495$$

e quindi ne risulta la portata

$$Q = 33,534 \times 0,495 = 16,599 \text{ m. c.}$$

È qui opportuno avvertire come da questo computo risulti che la velocità media dell'acqua non sarà che di m. 0,495 al minuto secondo e quindi tale da non costituire un sensibile ostacolo alle barche che rimontano la corrente, e che possono navigare con velocità ben superiori, come si dirà a proposito della terza tratta, cioè della navigazione nel canale Cavour.

Fissata così la pendenza a darsi al fondo sistemato del canale Michelotti, resta ancora a stabilire la quota di livello all'origine, cioè l'altimetria della soglia dell'incile. Potrebbe, a primo aspetto, parere conveniente un abbassamento in confronto allo stato attuale, in vista sia delle condizioni del profilo attuale poco a valle dell'origine, sia anche del maggior volume d'acqua da introdursi nel canale.

Ma è da ricordare che sul Po, immediatamente a monte dell'incile, si trova il ponte Vittorio Emanuele, le fondazioni del quale già non sono, (per quanto venne avvertito da taluno) in condizioni completamente rassicuranti, cosicchè un abbassamento alquanto notevole della soglia dell'incile del canale Michelotti potrebbe forse destare un qualche timore circa le

conseguenze che avessero a risultarne per il fondo del Po in corrispondenza al detto ponte. Riteniamo perciò prudente mantenere la soglia dell'incile al livello attuale, cioè alla quota sul mare 210,99. E così la quota del pelo acqua nel canale navigabile, alla sua origine, sarà $210,99 + 2,30$ cioè 213,29.

La quota poi del fondo in corrispondenza al salto del molino delle Catene sarà 210,85, cioè di appena 0,18 più alta dell'attuale.

20.

Sono ancora da accennarsi alcune altre modificazioni che si propongono allo stato presente del canale Michelotti, ed anzitutto la soppressione del salto del Meisino. La minima sua importanza e la facilità di provvedere all'elevazione dell'acqua d'irrigazione, quale al presente viene praticata, mediante la forza di pochi cavalli, trasmessi elettricamente da una delle stazioni generatrici, da impiantarsi lungo il canale navigabile, consigliano manifestamente la soppressione di quel piccolo salto, il quale, se conservato, renderebbe necessaria la formazione di un'apposita conca.

Da tale soppressione si ha inoltre il vantaggio di aumentare l'altezza del salto del molino delle Catene, da m. 2,00 circa, quale è attualmente, sino a m. 3,10. Questo aumento, mentre non accrescerà di molto il costo della relativa conca, tornerà invece assai vantaggioso per la maggior forza motrice fornita da questo salto e che, colla portata di m. c. 16.500, risulta di cavalli nominali 682.

Altra innovazione molto importante, negli edifici del canale Michelotti, è quella relativa ai ponti-canali, coi quali al medesimo sovrappassano i quattro rivi di Val San Martino, di Val Piana, di Reagle e di Sassi. Di questi rivi il primo convoglia pochissimo materiale sabbioso o ghiaioso, come si scorge, dallo stato del suo alveo, nel tratto a monte dell'attraversamento della strada di Casale; il secondo è pure di pochissima importanza ed attraversa ora il canale Michelotti mediante un acquedotto, della luce di m. 1,00, sottostante alla carreggiata del ponte per pedoni; gli altri due sono poi più importanti e trascinano, nelle piene, un certo volume di sabbia e ghiaie. Per tutti e quattro i rivi sarebbe affatto impossibile il farli ancora sovrappassare al canale navigabile, lasciando al disopra del pelo acqua di questo la prescritta

altezza libera di m. 3,50. Nè parimenti è possibile farne la immissione nel canale navigabile, formando, in corrispondenza a questa e subito a valle, uno sfioratore ed uno scaricatore, col quale versare in Po l'acqua immessa nel canale, poichè quando la portata di quei rivi diventa rilevante, il Po si trova generalmente in stato di piena e quindi, non solo quegli sfioratori e scaricatori non sarebbero più efficaci, ma avrebbero per conseguenza di introdurre la piena del Po nel canale navigabile.

Per tale motivo è indispensabile far sottopassare i quattro rivi al canale navigabile, mediante sifoni, provvedendo anche, per i due ultimi, alla formazione in a monte di bacini di ritenuta, per farvi depositare le sabbie e ghiaie e impedire che vadano ad ostruire il sifone.

Quanto agli altri sovrappassaggi, attualmente esistenti sopra il canale Michelotti, si propone di sopprimere il ponte presso l'incile che ora serve per l'accesso dei carri al parco Michelotti, sostituendolo con l'altro, già più sopra accennato, per accedere al porto dalla strada di Casale ed avente m. 15 di carreggiata. Si propone di ricostruire in cemento armato, per avere sufficiente altezza sopra il livello dell'acqua, il ponte alla barriera di Casale, formante prolungamento del ponte Regina Margherita, quello alla Madonna del Pilone ed il ponte Mandillo, al quale potrà essere raccordata una strada di diretta comunicazione con quella di Casale. Si propone infine di sopprimere tutti gli altri sovrappassaggi.

Attualmente il canale Michelotti ha due scaricatori, uno sottostante al ponte presso la barriera di Casale, l'altro subito a valle del molino delle Catene. Il primo, che è, per accesso e manovra, molto incomodo, dovrà venir abolito, mentre il secondo verrà conservato ed ampliato di luce ed un altro sarà formato in corrispondenza al punto nel quale il canale navigabile si distacca dalla sede del canale Michelotti, utilizzando così per alveo dello scaricatore lo sbocco attuale nel Po.

21.

In questa prima tratta è proposta la formazione di due conche, quella cioè all'origine, per comunicare dal canale al Po e viceversa, e quella segnata col N. 1 per superare, colla caduta di m. 3,10, il salto del molino delle Catene. Entrambe

sono schematicamente segnate nella planimetria 1:1500 del fascicolo N. 4.

Per la conca di passaggio al Po si dovrà nel progetto esecutivo aver riguardo a due condizioni, che cioè la sua ubicazione sia tale da poter permettere una comoda entrata ed uscita da e verso il fiume, non ostante l'esistenza, immediatamente a monte, delle arcate del ponte, ed in secondo luogo che sia costruita con tali modalità da impedire l'invasione nel canale delle acque di piena del Po.

Quantò alla conca N. 4, adiacente al molino delle Catene, è progettato, superiormente alla medesima, un allargamento del canale verso sponda destra, allo scopo di conservare sul bacino così formato le luci di presa, per i motori, all'incirca nella stessa condizione e posizione nella quale già si trovano attualmente. A sponda sinistra poi dovrà costruirsi uno sffratore, di sufficiente lunghezza ed uno scaricatore destinato a smaltire la portata, continuamente defluente, di m. c. 16.500, quando i motori dell'adiacente opificio sono in tutto od in parte inoperosi.

Per questa prima conca, come pure per le altre da costruirsi a monte dell'ingresso nel canale Cavour, non è manifestamente il caso di proporre i cosiddetti *bassins d'épargne*, che sono il mezzo più semplice e più pratico per diminuire il volume d'acqua consumato per le conche, poichè nel canale navigabile, sino alla sua immissione nel canale Cavour, defluirà costantemente un rilevantissimo volume d'acqua, cioè di 15 m. c. almeno. Quanto poi alle altre conche, (in numero di 13) che si trovano a valle dell'attraversamento della Dora Baltea, tornerebbe certamente utile un risparmio nel volume d'acqua occorrente per il passaggio delle stesse, ma è da avvertire che l'aggiunta di questi bacini di risparmio porta pure un rilevante aumento di spesa. Così le conche del tipo in parola, di metri 4,20, costrutte sul canale del Centro nel Belgio, destinato ad unire i bacini della Mosa e della Schelda, hanno costato ciascuna più di 300 mila lire (V. Gruson et Barbet, *Étude sur les moyens de franchir les chutes des canaux*, pag. 8). E pare che, con questi *bassins d'épargne*, il riempimento della conca richieda effettivamente maggior tempo e ne derivi una maggior complicazione nelle manovre. Per altra parte poi, quand'anche si ottenesse da tali bacini una rilevante economia nel consumo dell'acqua, all'atto del funzionamento delle conche, sarebbe però ancora sempre necessario l'impianto di un elevatore per l'alimentazione del canale a valle dell'attra-

versamento della Dora Baltea, per il qual impianto la spesa non sarà guari differente si abbia o non quel risparmio nelle concate. Inoltre (per quanto almeno ci risulta dalle indagini praticate) si avrebbe disponibile, per l'elevazione, un volume d'acqua sufficiente anche per il caso che quel risparmio non ci sia. In definitiva quindi la formazione dei suddetti bacini (da adottarsi in ogni caso solamente per le conche della tratta quarta) può tornar utile solo in quanto l'economia, che, in conseguenza dei medesimi, può ottenersi nell'esercizio dell'elevatore (da azionarsi colla forza motrice ricavata dai salti dello stesso canale navigabile nelle due prime tratte) abbia a superare la maggior spesa occorrente per la loro esecuzione e riesca dimostrato che non danno luogo agli inconvenienti suaccennati, di perdita di tempo e di complicazione nelle manovre relative al passaggio delle barche attraverso le conche.

Di un'altra considerazione è pure da tenersi conto ed è che per i primi anni (e saranno forse parecchi) il movimento lungo il canale non raggiungerà certo la potenzialità della quale il medesimo sarà capace, e quindi l'economia d'acqua, conseguibile coi bacini di risparmio e la corrispondente economia nell'esercizio dell'elevatore, sarebbe, in questi primi anni, assai meno rilevante, mentre per contro il maggior onere per la formazione dei detti bacini dovrebbe sostenersi subito da principio, cioè all'atto stesso dell'apertura del canale.

L'apprezzare debitamente ed equamente tutti questi diversi elementi, che, in senso contrario, debbono influire sulla convenienza o non dei bacini di risparmio, richiede uno studio teorico e pratico dei medesimi, così esteso, che non è certo cosa possibile a farsi in questo progetto preliminare. Quindi ogni concreta e definitiva proposta su tale riguardo deve essere rimandata allo studio esecutivo dell'opera.

Per intanto però, nel computo (di gran massima) delle spese di costruzione del canale, si riterrà che le conche non vengano munite di questi bacini di risparmio.

CAPO VI.

**Particolari relativi
alla seconda tratta (dal termine del canale Michelotti
all'ingresso nel canale Cavour).**

22.

Poco a monte del principio della seconda tratta il tracciato del canale navigabile si distacca dall'alveo del canale Michelotti subito a valle del ponte Mandillo, cioè alquanto superiormente al suo sbocco in Po, e volgendo a destra si avvicina, con un'ampia curva, alla strada nazionale Torino-Casale; passa, rasente alla medesima, sotto il lungo muro di sostegno presso la villa Mille Rose; se ne discosta alquanto per passare inferiormente alla villa Boglione ed alla Cappella di S. Anna; vi si avvicina di nuovo poco prima dell'abitato di S. Mauro, per poi percorrere la sponda del Po, anzi il suo stesso alveo, nel tratto, presso il detto abitato, nel quale il ciglio della strada nazionale forma pure ciglio della sponda del fiume.

Raggiunto così l'imbocco del canale Sambuy (situato a pochi metri dai caseggiati di S. Mauro) il tracciato in progetto coincide per circa due chilometri e mezzo coll'alveo di quel canale, che poi abbandona nel risvolto, ad angolo retto, che il medesimo presenta in corrispondenza allo scaricatore situato al principio del territorio di Castiglione. Attraversa questo territorio, passando quasi a metà della pianura interposta tra la strada nazionale ed il Po, cioè passando sopra ed a pochissima distanza dalle cascate Grossa e Fassino, entra nel territorio di Gassino a pochi metri inferiormente alla Cappella di S. Rocco e sovrappassando al rivo Maggiore a circa m. 120 inferiormente al ponte della strada nazionale, prende a costeggiare la strada stessa sin quasi ai cascinali di Cimena, dove l'estrema falda della collina si protende al di là della strada nazionale, in uno stretto promontorio, a girare il quale sarebbe necessaria una curva troppo ristretta

e che quindi viene attraversato con un breve tratto di galleria, della lunghezza cioè di metri 220.

Dopo la galleria il tracciato si sviluppa quasi rasente alla strada nazionale, a metà costa della ripa interposta tra la medesima e la bassa pianura costeggiante il Po, rendendo anche necessario lo spostamento, per un breve tratto, della strada stessa, poco dopo la cascina Galleani.

Si arriva in tal modo sino al punto nel quale, dalla strada nazionale, si dirama la comunale di Castagneto e quivi il canale, volgendo a sinistra, attraversa in rilevato la ristretta bassura a destra del Po, sovrappassa al Po con un ponte-canale, di 9 luci, situato a metri 60 a monte del ponte di Chivasso, e poi subito dopo si abbassa con due conche successive (della caduta complessiva di m. 12,28) adiacenti allo spallone sinistro del ponte-canale, e così si rende possibile sottopassare col canale al rilevato della strada nazionale Asti-Chivasso, che, dall'abitato di Chivasso, mette al ponte sul Po. Infine, con un breve rettilineo, passante a giorno ed a poca distanza dalla cascina Gerbido, si raggiunge l'alveo del canale Cavour, quasi a metà sviluppo della prima curva, cioè a circa m. 400 dopo l'incile.

23.

Nella seconda tratta il canale ha sponde in terra (salvo per breve lunghezza sotto S. Mauro), ed una portata di metri cubi 16.500 sino al punto nel quale il tracciato di progetto si stacca dal canale Sambuy, al principio, come si è detto, del territorio di Castiglione. A questo punto la portata si riduce a m. c. 15.000, perchè il restante metro cubo e mezzo viene immesso nel canale Sambuy, che riceve così la sua alimentazione per l'inferiore suo percorso.

È quindi opportuno dimostrare come, colle dimensioni della sezione in terra del canale e colla pendenza assegnata al suo fondo, si debba effettivamente avere il deflusso di quelle portate.

Le dimensioni della sezione in terra sono: larghezza a livello del fondo m. 12,40; sponde coll'inclinazione di $1 \frac{1}{2}$ di base per 1 di altezza; altezza dell'acqua m. 2.30 per la

portata di m. c. 16,500 e m. 2,20 per la portata di metri cubi 15,000. La pendenza del fondo è di 0,00006 per metro.

Si applicherà anche qui la formola già citata del Bazin

$$V = \frac{87 \sqrt{R I}}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

nella quale V è la velocità media, R il raggio medio, I la pendenza per metro e γ un coefficiente numerico, il cui valore, per i canali in terra, in condizioni ordinarie, è uguale a m. 1,30.

Coll'altezza d'acqua di m. 2,30 si ha :

Area liquida m. q. 36,455.

Perimetro bagnato m. l. 20,80.

Raggio medio $R = 1,752$.

$$\frac{\sqrt{R I}}{\sqrt{R}} = \sqrt{\frac{1,752 \times 0,00006}{1,752}} = 0,0102$$

$$\frac{\gamma}{\sqrt{R}} = 1,323$$

Sostituendo questi valori numerici nella formola del Bazin risulta :

$$V = \frac{87 \times 0,0102}{1 + \frac{1,30}{1,323}} = 0,448$$

La portata Q sarà quindi

$$Q = 36,455 \times 0,448 = 16,332 \text{ m. c.}$$

ossia eguale in cifre rotonde a m. c. 16 $\frac{1}{2}$. Applicando la stessa formola e tenendo le stesse modalità della sezione, ma con l'altezza d'acqua di soli m. 2,20, si ha :

Area liquida m. q. 34,54.

Perimetro bagnato m. 20,40.

$$\text{Raggio medio } R = \frac{34,54}{20,40} = 1,69$$

$$\frac{\sqrt{R I}}{\sqrt{R}} = \sqrt{\frac{1,69 \times 0,00006}{1,69}} = 0,01$$

$$\frac{\gamma}{\sqrt{R}} = 1,30$$

e quindi sostituendo :

$$V = \frac{87 \times 0,01}{1 + \frac{1,30}{1,30}} = \frac{0,87}{2} = 0,435$$

cosicchè la portata corrispondente sarà di metri cubi

$$Q = 34,54 \times 0,435 = 15,025$$

Applicando la formola primitiva di Darcy e Bazin si ottengono risultati quasi identici e così pure colla formola del Kutter, adottando i coefficienti della categoria XI della tavola riportata nel manuale del Colombo.

24.

Lungo il percorso della seconda tratta sono da accennarsi, in special modo, le condizioni del tracciato in corrispondenza all'abitato di S. Mauro, e da questo sino al principio del territorio di Castiglione, come pure i motivi che determinarono la scelta di tale tracciato.

Come risulta dalla planimetria generale e meglio da quella in scala di $\frac{1}{750}$ del fascicolo N. 7, al principio dell'abitato

di S. Mauro il Po (o più precisamente un suo braccio) scorre al piede stesso della scarpata della strada nazionale. Non sarebbe difficile con qualche opera, anche di non grande importanza, rendere inattivo questo braccio, durante lo stato di acque ordinarie, e promuovere il riempimento del suo alveo con depositi del fiume, così da prolungare, sin contro la scarpata della strada nazionale, quel renajo che separa il detto braccio dal letto principale di magra del Po. Ma in tal modo si annullerebbe la derivazione del canale di Sambuy, che viene alimentato appunto coll'acqua defluente in quel braccio costeggiante la strada e mediante il sussidio, durante le acque basse, di una pietraia, che, per un certo tratto, vien formata trasversalmente al medesimo, come è indicato nella planimetria $\frac{1}{750}$. La presa del canale Sambuy consiste in una

chiavica, con montanti in pietra, a tre luci, della larghezza ciascuna di m. 1.00, cui fa seguito un tratto coperto della lunghezza di m. 760, dopo il quale il canale esce allo scoperto in una profonda trincea, difesa, contro l'invasione delle piene del Po, da un argine in terra tutto lungo la sua sponda sinistra.

Il canale serve ad azionare un molino appartenente ai Conti di Sambuy, situato lateralmente alla strada nazionale sul confine dei territori di S. Mauro e Castiglione, e ad irrigare una parte della loro tenuta, e ritorna poi nel Po, sul limite inferiore del territorio di Castiglione, dopo un percorso di circa chilometri 6 e 1/2. Secondo la citata pubblicazione del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, contenente la statistica dei canali del Piemonte, la portata di questo canale, nello stato di acque massime, medie e minime è rispettivamente di m. c. 1,500; 1,350; 1,200 e per la durata di mesi 2-8-2 (V. pag. 352 opera citata).



Il canale navigabile, in corrispondenza all'abitato di San Mauro, non potrebbe altrimenti stabilirsi che: o facendolo correre in galleria, da aprirsi, per quanto è dato prevedere, in terreni difficili, su una lunghezza, causa le condizioni del paese, di oltre m. 700, oppure (come viene segnato in progetto) sul sito ora occupato da quel braccio secondario del Po, che alimenta il canale di Sambuy.

Inoltre, sia per motivi di economia, sia per evitare difficoltà di diverso ordine, torna del tutto conveniente valersi dei primi chilometri 2,500 del canale Sambuy per adattarlo, colle necessarie modifiche di sezione e di pendenza, ad alveo del canale navigabile.

Per questo complesso di circostanze noi proponiamo, nel progetto che si presenta, di intercludere il braccio secondario di Po che costeggia la strada nazionale ed alimenta il canale di Sambuy; di annullare la presa sul Po di questo canale; di adattare a sede del canale navigabile l'alveo del canale di Sambuy per i primi tre chilometri circa, cioè sino al punto nel quale (al principio del territorio di Castiglione) presenta un risvolto ad angolo retto e se ne stacca uno scaricatore nel Po; di formare, in questo punto, una presa sul canale navigabile per derivarne litri 1500 al minuto secondo ed immetterli nell'inferiore tratta del canale di Sambuy per azionare il molino, mentre all'irrigazione dei terreni lungo il tronco superiore si provvederà con bocchette da aprirsi sullo stesso canale navigabile.

Naturalmente, per l'attuazione di tali proposte, sarà necessario venire a speciali accordi col proprietario del canale di Sambuy, il quale però avrebbe il vantaggio di venir esonerato dalla manutenzione della presa sul Po e dei primi tre chilometri di canale, mentre gli sarebbero continuati i vantaggi che ora ne ritrae.

Nel punto adunque nel quale il tracciato in progetto abbandona l'alveo del canale di Sambuy, la portata del canale navigabile sarebbe ridotta da m. c. 16,500 a m. c. 15,000.

Quanto alle opere da costruire presso l'abitato di S. Mauro, in corrispondenza all'attuale braccio secondario del Po, le medesime risultano abbastanza dai disegni del fascicolo N. 7 e si accenna solo che la sponda sinistra è costituita da un robusto muro, largo al ciglio m. 1,50, colle scarpate di $\frac{1}{10}$ verso il fiume e $\frac{1}{5}$ verso il canale e con il livello di questo ciglio a m. 0,70 sopra le massime piene.

25.

In questa seconda tratta il tracciato interseca parecchi rivi (di Millerose, Baino, S. Anna, S. Mauro, Rivo Dora, Ressa, Rivo Maggiore, Valle, Pertengo, ecc.), ai quali tutti il canale navigabile passa al disopra, con ponte-canale o sifone, fatta solo eccezione del rivo Pertengo, che invece passa superiormente al canale, in corrispondenza al principio della galleria di Cimena.

Per tutti questi attraversamenti però non si tratta che di manufatti di limitata importanza, e nessuna difficoltà torna prevedibile abbia ad incontrarsi nella loro esecuzione, come neppure nello spostamento, per un breve tratto, del canale dei molini Revel a monte di Cimena, e della sede della strada nazionale a valle della cascina Galleani.

Saranno invece opere veramente importanti quelle occorrenti per l'attraversamento del Po, e cioè: un rilevato a sponda destra, dell'altezza di circa m. sette; un ponte-canale di nove arcate, della luce ciascuna di m. 22,00; una conca doppia, cioè formata di due conche l'una di seguito all'altra ed entrambe della caduta di m. 6,14; la stazione generatrice per l'utilizzazione di questo salto di m. 12,28, con relativo sfioratore e scaricatore; il sottopassaggio alla strada dall'abitato di Chivasso al ponte; ed infine il bacino per il porto di Chivasso.

Quanto al ponte-canale, che risulta della lunghezza di ben metri 244, potrebbe a primo aspetto parere conveniente, per ragioni d'economia, di rinunciare alla sua costruzione per attraversare il Po a livello, portando a sponda destra, a luogo del rilevato di progetto, la conca doppia e la relativa stazione generatrice, e formando un'altra conca a sponda sinistra per passare dal Po in un tratto di canale orizzontale, col quale poi entrare, pure a livello, nel canale Cavour. E questo a rigore sarebbe possibile e si avrebbe una condizione di cose analoga a quella che, sino ad alcuni anni sono, si aveva sulla Loire tra Châtillon e Briare, dove per passare dal canale di Briare a quello laterale della Loire bisognava attraversare a livello il fiume: vi si discendeva per mezzo di conche, lo si navigava per circa un chilometro e poi si rimontava pure per mezzo di conche nel canale sull'opposta sponda. Il tratto

però del Po che nel caso nostro si dovrebbe attraversare a livello, e che si trova compreso tra la confluenza dell'Orco e la diga di presa del canale Cavour, è in condizioni affatto sfavorevoli alla navigazione, anche nelle acque ordinarie e questa dovrebbe venir affatto sospesa in acque di piena. Si avrebbero inoltre altre difficoltà ed inconvenienti per l'impianto delle conche adiacenti al fiume, specialmente in quella a sponda sinistra, per la quale si dovrebbe avere una sicurezza assoluta circa l'impossibilità per le acque di piena di inondare, per mezzo di essa, il canale Cavour. Così ancora nello sviluppo della forza motrice si potrebbe utilizzare una minor caduta e l'altezza del salto sarebbe soggetta a continue variazioni a seconda del livello delle acque del Po.

Noi siamo quindi convinti che qualora si facesse l'attraversamento del Po a livello, ben tosto, nell'esercizio della navigazione, si incontrerebbero dei gravissimi inconvenienti e, a non lungo andare, si sentirebbe la necessità di fare l'attraversamento con un ponte-canale. Così appunto si è dovuto fare in questi ultimi anni per unire i canali, ora accennati di Briare e della Loire, con un ponte-canale del costo di poco inferiore a tre milioni (V. la *Navigazione intérieure — Rivières et Canaux par Mazoyer, Rigaux et Galliot* e la monografia dell'ing. cav. De-Sanctis, inserita nel giornale del Genio Civile del 1901, sulla mostra del Ministero dei Lavori Pubblici di Francia all'esposizione universale del 1900). Ma una volta formato il nostro canale con l'attraversamento a livello, se si volesse poi costruire il ponte-canale non si avrebbe già solamente a sostenere la spesa di questo edificio, ma resterebbero a ricostruirsi in nuovo, sulla sponda sinistra, la doppia conca, l'edificio dei motori collo sfioratore e scaricatore e tutte le opere dipendenti.

Nel progetto perciò che si presenta viene proposta la formazione del ponte-canale, e quindi a sponda sinistra la doppia conca e l'adiacente stazione generatrice per utilizzare il salto dei m. 12,28, come appare dai disegni del fascicolo N. 9 e 10.

Questa disposizione di un ponte-canale seguito immediatamente da una doppia conca, è precisamente quella stessa che si trova nello attraversamento del canale laterale della Loire sopra il fiume Allier col grande ponte-canale denominato di Guetin.

Alcune osservazioni sono poi opportune circa il ponte-canale sul Po.

Non è certamente il caso, per quanto rilevante ne sia la

lunghezza, di proporlo a due vie, ma per altra parte è pure da escludersi che la sua larghezza sia solamente quella necessaria per il passaggio di una sola barca, cioè eguale all'incirca a quella delle conche. Questo sarebbe possibile qualora si trattasse di un canale ad acqua stagnante, ma qui invece si ha un canale nel quale defluisce costantemente la portata di 15 m. c. al 1" e perciò se la sezione fosse sufficiente appena per contenere una barca, allora, al passaggio della medesima, si produrrebbe un rigurgito, in a monte, e una velocità tali da dar luogo ai più gravi inconvenienti. Viene quindi proposto di assegnare al ponte-canale la larghezza di m. 9,00, colla profondità di m. 3,00, colle quali dimensioni, anche nel passaggio delle barche di maggiori dimensioni, resta ancora libera una sezione sufficientemente ampia per lasciar defluire la portata di 15 m. c. colla velocità non eccessiva di circa m. 1 al minuto secondo.

Per l'ubicazione del ponte-canale, può parere la più economica e la più conveniente quella in immediata adiacenza al ponte attuale. Esaminando però attentamente questa soluzione si riconosce che, mentre in definitiva l'economia risultante sarebbe di piccola entità, si andrebbe incontro a non poche difficoltà per le fondazioni del prolungamento delle pile; si aumenterebbe la lunghezza del rilevato a sponda destra; si avrebbero condizioni meno favorevoli per gli edifici a sponda sinistra e si verrebbe ad addossare al ponte, ed appunto dal lato di giorno, un canale le cui sponde sarebbero ad un livello notevolmente superiore a quello della carreggiata. Riteniamo quindi miglior partito (per quanto di spesa un pò maggiore) quello di formare il ponte-canale separato ed indipendente dal ponte attuale, cioè ad una distanza verso a monte di circa m. 60.

Questo ponte-canale è progettato collo stesso numero di arcate e della stessa luce che si ha nel ponte della strada provinciale e con quelle modalità che appaiono dai disegni del fascicolo N. 9, che comprende pure la determinazione grafica della stabilità dell'arco, i cui calcoli non è più il caso di qui riportare, solo avvertendo che si riferiscono alla parte centrale del manufatto, quella cioè sottostante alla sezione liquida del canale. Per le parti laterali dell'arco, ossia quelle sottostanti ai due parapetti, i risultati sarebbero naturalmente diversi a motivo del grande massiccio di muratura che loro sovraincombe. Ma appunto la notevole altezza di questi parapetti rende facile aumentare, in loro corrispondenza, la

groschezza del volto, oppure fare sopra il medesimo degli archi scaricatori. E del resto non è il caso, per queste pareti laterali, di voler, a scopo di economia, determinare con tutta precisione la groschezza dell'arco, poichè dando opportuna disposizione ai mattoni componenti i due parapetti si può ridurre notevolmente la gravitazione loro sull'arco sottostante.

CAPO VII.

Particolari relativi alla terza tratta (percorso nel canale Cavour).

26.

Come già venne accennato, si propone di utilizzare per la navigazione il tratto del canale Cavour dalla prima curva a valle dell'incile, sino a circa metri 320 a valle della spalla sinistra del ponte-canale attraverso la Dora Baltea e così per un percorso di chilometri 10,890. Veramente, staccando solo in questo punto il tracciato in progetto dal canale Cavour si ha un allungamento nello sviluppo del canale navigabile, e, guardando solo alla brevità del percorso, sarebbe assai più conveniente l'abbandonare più in a monte il canale Cavour, cioè a circa due chilometri dopo la stazione di Verolengo, di fronte alla borgata Arborea od almeno in corrispondenza all'ultima curva prima del rettilineo del ponte-canale, nel qual caso si avrebbe il tracciato segnato sulla planimetria generale con linea verde e di un chilometro più breve del tracciato rosso, proposto. Ma con questa variante verde, od altra analoga, si renderebbe necessaria la formazione di un apposito ponte-canale sopra la Dora Baltea, con accompagnamento, a sponda destra, di un rilevato o di muri di sostegno per attraversare il bassopiano, largo circa mezzo chilometro, ivi esistente lungo l'alveo. E queste due opere importerebbero una spesa tanto rilevante da non poter offrire, a nostro avviso, sufficiente compenso il risparmio di un chilometro nello sviluppo del tracciato; tanto più che l'allungamento di un chilometro di percorso, piccola o nessuna influenza può avere sui trasporti per vie acquee.

Se invece il distacco del canale Cavour si fa solamente a sponda sinistra della Dora Baltea, allora l'unica spesa occorrente per l'attraversamento della medesima è quella necessaria per allargare sino a m. 2,50 i due passaggi o marciapiedi, attualmente larghi solo m. 1,40 e munirli di una barriera verso il canale. A rigore anzi basterebbe l'allargamento di uno solo per funzionare da strada di alaggio.

Come poi questo allargamento si abbia a fare, è indicato nel disegno del manufatto, che si unisce nel fascicolo N. 14.

27.

Si accenneranno ora le modificazioni da introdursi nelle attuali condizioni di quel tronco del canale Cavour, per renderlo atto alla navigazione.

Quanto alle dimensioni della sagoma del canale le medesime sono ampiamente sufficienti, come risulta dalle sezioni trasversali disegnate nel fascicolo N. 15. E basterà qui ricordare come la larghezza a livello del pelo acqua sia di 20 metri, anche in corrispondenza al ponte-canale sulla Dora. Così pure l'altezza d'acqua, a portata intera, è sufficiente poichè misura metri 3,30.

Ma una difficoltà si presenta a riguardo dell'altezza d'acqua nei periodi di magra, durante i quali, come è noto, diminuisce di assai la portata a monte dell'immissione del canale sussidiario Farini e quindi si abbassa il livello dell'acqua del tronco che ora si considera. Secondo le informazioni avute l'altezza d'acqua si riduce nelle magre estreme sino a circa metri 1,00 e si avrebbe, quindi un tirante d'acqua di molto inferiore alla misura normale di m. 2,20.

A questa deficienza si potrà riparare sopraelevando artificialmente il pelo acqua nei periodi di magra, mediante, ad esempio, l'abbassamento di paratoje, da apporsi alle due luci laterali di alcuni dei ponti, a tre arcate, attraversanti il canale, così da otturare in tutto od in parte quelle due luci e lasciare libera al deflusso dell'acqua solo la arcata centrale. Oppure si potranno anche formare altrimenti ed in punti convenientemente scelti parziali chiuse mobili. Quale però sia il sistema da preferirsi non si potrebbe per ora stabilire perchè mancano diversi dati ed elementi necessari per uno studio anche di massima, ed ogni provvedimento al riguardo

deve essere concordato coll'Amministrazione dei canali demaniali. Quello però che sin d'ora riteniamo poter affermare si è che sarà cosa non difficile il promuovere, durante le magre, questa sopraelevazione di pelo, senza produrre alcun inconveniente nel regime del canale Cavour.

Sono poi da modificarsi tutti i sovrappassaggi ora esistenti sul canale Cavour per l'attraversamento di strade e di rogge irrigatorie. Tali sovrappassaggi sono in numero di 18 e cioè:

1. Ponte a 3 luci	progr. 23250
2. Ponte a 3 luci	» 24085
3. Ponte-canale a 7 luci	» 24675
4. Ponte a 3 luci con canale	» 25170
5. Ponte-canale a 9 luci	» 26000
6. Ponte a 3 luci (Strada Castelrosso-Poasso)	» 26230
7. Ponte-canale a 3 luci	» 26945
8. Ponte obliquo a 3 luci per la strada provinciale Torino-Mortara	» 27460
9. Ponte-canale a 3 luci	» 27565
10. Ponte a 3 luci con canale (Strada Verolengo-Casabianca)	» 28130
11. Ponte a 3 luci con canale	» 28540
12. Ponte in ferro per la ferrovia Torino-Casale	» 28690
13. Ponte a 3 luci con canale (Strada provinciale Verolengo-Rondissone)	» 28920
14. Ponte a 3 luci	» 29280
15. Ponte a 3 luci con doppio sifone (Strada Picono-Verolengo)	» 30530
16. Ponte a 3 luci	» 31060
» Strada Cascina del Duca	» 32220
17. Ponte a 3 luci	» 32805
18. Ponte-canale a 3 luci	» 33245

Nei ponti a tre luci la ampiezza delle arcate sarebbe più che sufficiente al passaggio di una barca, ma ne è invece troppo scarsa la altezza rimanente libera sopra il livello dell'acqua. Tale altezza è in tutti inferiore, ed anche notevolmente, alla misura di m. 3,50 stabilita nella relazione 8 marzo 1903 della Commissione per la Navigazione Interna. Si propone perciò che i ponti-canali, inserienti all'attraversamento di rogge, vengano soppressi e sostituiti da sifoni, secondo il modulo di altri già esistenti sotto lo stesso canale Cavour che vien disegnato nel fascicolo N. 13; e che i ponti per strade carreggiabili siano modificati secondo il tipo del fascicolo N. 11, cioè in guisa tale che, conservando le

spalle e pile attuali, siano demoliti i tre archi e sostituiti da altri, dei quali il centrale abbia una monta maggiore dei laterali e sufficiente per lasciar libera l'altezza di m. 3,50 sopra il pelo acqua e per una larghezza di m. 6,00 come è indicato nel detto disegno.

Prima di adottare una tale soluzione si è studiato se potevasi limitare la sopraelevazione al solo arco centrale, lasciando i due laterali nelle condizioni presenti. Ma il calcolo ha dimostrato che in tal caso, le pile non avrebbero presentato il necessario grado di stabilità.

Insieme al tipo di ponte modificato colla ricostruzione di tutti e tre gli archi, si presenta pure il relativo calcolo grafico della stabilità, (V. fascicolo N. 12), i cui risultati dimostrano le buone condizioni statiche del manufatto.

Per evitare l'inconveniente di rampe d'accesso troppo prolungate è proposto, nei disegni del fascicolo N. 11, di tenerle sotto l'inclinazione del 3,80 p. 100, che il Favier, ispettore generale dei ponti e strade, chiama pendenza normale, perchè la più vantaggiosa in vista dell'economia dei trasporti. Nel calcolo grafico invece, per maggior sicurezza, venne supposta per le rampe di accesso la livelletta massima compatibile per strade in pianura del 5 0/100, la più sfavorevole per la stabilità delle pile.

La modificazione ora accennata non serve però per il ponte a travata in ferro, di una sola luce, esistente sopra il canale Cavour presso Verolengo, per il sovrappassaggio della ferrovia Chivasso-Casale e che lascia libera sopra il pelo delle acque massime un'altezza di soli metri 2,00 circa. L'esistenza, a brevissima distanza, della stazione di Verolengo e la pendenza già notevole di questo tratto, per una ferrovia di pianura, (0,0060 per m. in discesa verso la stazione) non permette di modificarne la livelletta così da ottenere i prescritti m. 3,50 di luce libera sotto il piano inferiore della travata. Sarà quindi necessaria l'una o l'altra di queste due soluzioni: o modificare il tracciato della ferrovia, portando l'attraversamento del canale Cavour più in a monte, così da poter guadagnare, colla maggior lunghezza in salita, i m. 1,50 circa che mancano all'altezza regolamentare; oppure sostituire al ponte attuale un altro a tre luci, colla centrale girivole, o meglio elevabile, come se ne incontrano lungo ferrovie di ben altro traffico che non la ferrovia Chivasso-Casale. Quali esempi di punti elevabili il Berthot (opera citata, pag. 593) indica quelli della Villetta e del Canale di

Saint-Martin a Parigi e quello di Siracusa negli Stati Uniti d'America. Quest'ultimo serve per una ferrovia a due binari, la piattaforma si solleva di m. 3,15 e la manovra non richiede che 30 secondi.

Non abbiamo però ritenuto che in questo progetto di massima s'avessero a studiare le due soluzioni per riconoscere quale sia la più economica, e del resto per scegliere l'una piuttosto che l'altra bisognerà tener conto anche di altri elementi, che a noi sarebbe ora impossibile l'apprezzare. Ci limitiamo quindi a portare nel preventivo di massima delle spese una somma, che potrebbe essere (per quanto ora siamo in grado di valutare) sufficiente in entrambi i casi.

È poi ancora da accennarsi che oltre ai manufatti sarà pure necessario, per alcuni tratti, modificare, su di una sponda, il livello della strada che corre lungo il ciglio del canale e che dovrà servire per strada di alaggio, allo scopo di diminuire la sua altezza sopra il livello dell'acqua.

28.

Contro la proposta di utilizzare per la navigazione quel tratto del canale Cavour verrà forse elevata l'obiezione della velocità colla quale l'acqua vi defluisce e che potrebbe costituire una difficoltà per le barche che rimontano il canale. Da accertamenti che abbiamo praticato, quando si aveva la portata completa, risultò che la velocità massima, la quale si verifica in corrispondenza al ponte-canale sulla Dora-Baltea, è al filone alla superficie di metri 1,56 al 2" cosicchè la velocità media si può ritenere in base alla tavola del Bazin (Claudel ediz. ital. pag. 184) di m. 1,30 al 2".

Tale velocità media è certamente abbastanza notevole, e di assai superiore a quelle che si avranno nella prima e seconda tratta, le quali non arrivano a m. 0,50 per 1", e superiore pure a quella di circa m. 1,00 che si avrà sul ponte-canale di Chivasso. Si riscontrano però nei fiumi navigabili esempi di velocità ben maggiori di questa di metri 1,30 e che pur tuttavia non impediscono punto la navigazione in ascesa, e tale ad esempio sarebbe già quella della Loire presso Orleans che arriva sino a m. 1,94 al 1" (*Debauve*, opera citata pag. 431). Ma basterà a questo riguardo richiamare alcune cifre che sono riportate a pag. 115-143 dello studio dell'ing.

Crugnola: « Resoconto e considerazioni sul VIII Congresso « internazionale di navigazione, in Parigi, 1900 » (Venezia Stab. Garzia 1901). Da un riassunto che il Crugnola fa di una relazione dell'ing. Lombard-Gérin sul tonneggio in uso per la navigazione sul Rodano, risulta che nel tronco, lungo più di 100 chilometri, fra Tournon e Pont-Saint-Esprit fu impiantato nel 1895 e funziona colla massima regolarità e soddisfazione il sistema di trazione del *tonneggio a ricambio*, e che fu scelto questo sistema perchè in quel tronco la corrente « è fortissima, presenta delle velocità variabili fra 3 e 4 metri e fino a 5 metri in qualche punto; inoltre vi sono dei vortici e il canale è sinuoso ». E si avverta che il tonneggiatore fu calcolato in modo da poter rimorchiare due legni da 300 tonnellate ciascuno.

Nelle stesse pagine il Crugnola riassume ancora un altro rapporto dell'ingegnere ungherese Edward Egan, relativo al servizio di tonneggio sul canale delle porte di ferro del Danubio. Dal medesimo (pag. 118) risulta che gli esperimenti fatti hanno dimostrato che il battello tonneggiatore è capace di rimorchiare, contro corrente, due barche di ferro, cariche di 650 tonnellate ciascuna, quando *la velocità della corrente era di m. 4,70 in media per minuto secondo*, con una velocità di chil. 2,1 per ora, con uno sviluppo medio di forza di 230 e massimo di 262 cavalli vapore indicati.

Il consumo di carbone è di Kg. 1,34 per cavallo ora, e così il battello nel servizio normale è capace di rimorchiare contro corrente, per tutta la lunghezza del canale (che è di metri 1700) in 48 minuti, due legni carichi di 650 tonnellate ciascuno, e con un consumo di tre quintali di carbone. In discesa poi il tonneggiatore può assumere, senza pericolo, la velocità di 8 a 10 chil. all'ora.

Bastano queste citazioni per dimostrare che la velocità di m. 1,30, quale si incontra al massimo nella tratta del canale Cavour da utilizzarsi per la navigazione, non potrebbe in nessun caso costituire un ostacolo al risalire delle barche.

Ma si hanno inoltre sul canale Cavour delle circostanze molto favorevoli, che concorreranno ancora ad attenuare gli effetti di quella velocità alquanto forte.

Si tratta infatti di un canale avente una sezione molto ampia, regolarissima, con un andamento composto di lunghi rettifili, raccordati da curve ampie. Inoltre su questo tratto di canale navigabile non si avrà alcuna conca, per quanto la sua lunghezza sia di ben chilometri 11 circa, ed il medesimo

perciò si presterà molto bene per farvi il servizio della navigazione o con rimorchiatori a trazione elettrica, o col tonneggio, o con qualsiasi altro sistema, e le conseguenze di quella notevole velocità, per quanto riguarda le difficoltà della navigazione in ascesa, si ridurranno a dover consumare alquanto più di forza, il che non costituirà certo un inconveniente troppo grave dacchè, coi salti delle prime tratte, si avrà a disposizione una rilevantissima forza motrice.

CAPO VIII.

Particolari relativi alla quarta tratta (dalla Dora Baltea a Casale).

29.

Oltrepassata appena la Dora Baltea si dirama dal canale Cavour la quarta tratta del canale navigabile, il cui fondo viene portato a poca profondità sotto il piano campagna, mediante una conca da formarsi sulla stessa sponda destra del canale Cavour, che ivi si trova ancora in rilevato. Percorrendo quindi, parallelamente alla Dora, le bassure che si hanno sulla sua sponda sinistra (e lungo le quali si formerà colle materie di scavo un argine insommergibile a difesa del canale) il tracciato di progetto sottopassa alla ferrovia Chivasso Casale, in adiacenza al viadotto esistente sotto il rilevato che fa seguito al ponte sulla Dora, detto di Calciavacca (od anche di S. Anna), sottopassa pure alla strada provinciale, che poi costeggia sul lato di giorno per circa due chilometri, staccandosene quindi per raggiungere l'avvallamento nel quale si raccolgono le sorgive che danno origine alla Doretta morta. Attraversa poi la strada provinciale di accesso al nuovo ponte sul Po, appunto in corrispondenza al manufatto di sottopassaggio della Doretta e così a poco più di mezzo chilometro inferiormente all'abitato di Crescentino e segue poscia, per un certo tratto, l'alveo della Doretta stessa, che, a valle della strada provinciale, va allargandosi sino ai venti metri circa.

Intersecando ancora due volte il corso molto tortuoso di questo alveo ed il fosso Garavella, il tracciato si sviluppa superiormente alle borgate Sasso e Santa Maria ed a breve distanza dalle medesime; si accosta, senza però intersecarla, alla roggia Camera; passa inferiormente, a distanza di circa m. 400, all'abitato di Palazzolo; attraversa con ponti-canali i cavi Roggione e Magrelli; costeggia verso notte il secondo di questi cavi per circa due chilometri, cioè sino quasi di fronte alla stazione ferroviaria di Trino. Quivi è progettato un porto che potrà venir allacciato alla stazione stessa con un breve tratto di binario.

Piegando quindi verso giorno, il tracciato del canale in progetto attraversa, con sottopassaggio, la strada che da Trino mette al ponte sul Po; passa superiormente ai cascinali Pobbieto; attraversa una prima volta la provinciale Torino-Casale, avvicinandosi alla linea ferroviaria; passa tra l'abitato di Morano Po e la sua stazione ferroviaria; attraversa una seconda volta la strada Torino-Casale, che poi costeggia verso giorno per circa due chilometri, e poi, volgendo nella direzione di Casale, raggiunge il sito ove esistono le opere di difesa (ora abbandonate) della testa del ponte sul Po, e dove sarà formato il porto di Casale.

30.

A giustificare questo tracciato basta la semplice ispezione della planimetria generale.

Ammissa, per i motivi più sopra indicati, l'assoluta convenienza di sviluppare il canale inferiormente alla linea ferroviaria Chivasso-Casale e date le condizioni locali degli abitati, delle strade, dei corsi d'acqua principali, non sarebbe, si può dire, accettabile un altro percorso sostanzialmente diverso da quello che viene proposto, ma solamente si potrebbero indicare delle varianti di estensione limitata e di importanza affatto secondaria.

Così ad esempio l'opportunità di sottopassare alla ferrovia ed alla strada provinciale in corrispondenza ai due loro rilevati, che fanno seguito al ponte a doppio uso sulla Dora Baltea, la convenienza di utilizzare le acque della Doretta e la bassura nella quale scorrono, di passare a breve distanza dall'abitato di Crescentino e framezzo alle borgate Caravini

e Sasso e di non intersecare la roggia Camera, sono altrettante condizioni che valgono a determinare senz'altro il percorso sino alla borgata S. Maria. E così parimente la manifesta convenienza di passare inferiormente ed a breve distanza da Palazzolo e di costeggiare verso giorno il cavo Magrelli (non essendo opportuno per motivi di ordine non tecnico utilizzare questo cavo per renderlo navigabile) basta a fissare l'andamento a seguirsi sino a Trino.

Un qualche dubbio potrebbe esservi sulla scelta del tracciato in corrispondenza a Morano Po, se cioè passare tra l'abitato e la ferrovia o tra l'abitato ed il fiume. Con questa seconda soluzione non esisterebbe il doppio attraversamento della strada provinciale Trino-Casale mentre, per altra parte, la robustezza degli argini esistenti a difesa dell'abitato di Morano possono, almeno attualmente, sembrare una garanzia sufficiente contro qualsiasi pericolo di danni per parte delle piene del Po. Se però si considerano gli oneri che necessariamente deve importare la conservazione di quelle arginature e la convenienza di tenere il canale in adiacenza alla stazione della ferrovia ed alle importanti fornaci di calce ivi esistenti, ne risulta tosto preferibile il tracciato che viene proposto, quello cioè del passaggio a monte dell'abitato e così a breve distanza dalla ferrovia.

Quanto ai manufatti da costruirsi lungo la quarta tratta, il loro numero sarà abbastanza rilevante per le molte strade, canali e fossi d'irrigazione che necessariamente si devono attraversare, quando si percorre una pianura che presenta le condizioni di coltivazione e di irrigazione che si incontrano da Crescentino a Casale. Però nessuno di quei manufatti è di importanza fuori dell'ordinario, nè richiederà spese o provvedimenti eccezionali.

In questa tratta viene proposta la formazione dei porti di Crescentino, Palazzolo, Trino, Morano e Casale. Per quest'ultimo l'area tinteggiata in color rosso, molto bene si adatta, per la sua adiacenza alla strada provinciale, per la facilità di venir allacciata con un binario di raccordo alla stazione ferroviaria di Casale, e di comunicare, mediante una conca, colla sponda opposta del Po e quindi colle fornaci da calce e gli altri opifici esistenti lungo la medesima e colle strade provenienti dalle feraci colline del Monferrato.

CAPO IX.

Alimentazione idrica del canale.

31.

È sempre una questione di essenziale importanza, per un canale navigabile, quella dei mezzi di provvedere l'acqua necessaria per sopperire alle molteplici cause di consumo, così da reintegrarne continuamente la dotazione acquea. Nel caso presente però tale questione non riguarda se non la quarta tratta, poichè nel tronco Torino-Chivasso defluirà costantemente, come si è detto, la portata di 15 m. c. derivati dal Po; e quand'anche avvenga un consumo notevole si avrà sempre ancora un volume esuberante ai bisogni della navigazione. E del resto, quando l'esperienza avrà accertato quale è questo consumo da Torino a Chivasso, basterà aumentare in misura corrispondente il volume a derivarsi dal Po, il che sarà sempre possibile poichè, in base ai dati più sopra riportati circa le minime magre del fiume, si avrà sempre ancora un largo margine anche per derivare uno o due metri cubi in più di quanto ora è previsto. Ed in tal modo si potrà avere costantemente, per lo sviluppo di forza motrice, la portata, prevista, di almeno 15 m. c. anche al salto della conca doppia di Chivasso.

Quanto al canale Cavour, il livello delle sue acque si abbassa bensì notevolmente durante le magre, ma, come già si è detto, non sarà difficile rialzarlo artificialmente, senza menomamente aumentare la portata.

I provvedimenti adunque per l'alimentazione idrica del canale restano in tal modo limitati alla quarta tratta (la più lunga invero perchè misura 36 chilometri) la quale rappresenterà bensì quasi una diramazione del canale Cavour, ma (come esplicitamente ha dichiarato il sig. ing. Mazzini) non si deve fare alcun assegnamento sul medesimo per derivarne il benchè minimo quantitativo d'acqua (almeno durante i periodi di magra) perchè in tali epoche la portata ne è già troppo impari ai bisogni ed ai servizi ai quali deve provvedere.

Si potrebbero esaminare partitamente le diverse cause di consumo d'acqua in un canale navigabile, ma i dati e le cifre che si hanno per ogni singola causa variano naturalmente da canale a canale, secondo le condizioni dei terreni attraversati, del traffico lungo la via acqua che si considera e di altre circostanze locali. Tanto vale quindi riferirsi alle norme ed alle basi che sono suggerite per valutare tutte insieme queste perdite, ossia il consumo totale d'acqua.

A questo riguardo il Debauve (*Navigazione fluviale et maritime*, pag. 232) riporta questa regola data dal Graëff nella sua opera sul canale della Marna al Reno: « nous pensons « qu'en adoptant les chiffres de m. c. 1,20 à m. c. 1,50 par « mètre courant et par 24 heures pour la consommation to-
« tale, en tant qu'il ne s'agit que des versants et non du
« bief de partage, ou ne risquera jamais de se tromper ».

Altri autori però valutano in una cifra assai superiore il consumo totale a prevedersi, ma perchè suppongono una perdita rilevantissima per le filtrazioni, cosicchè, di fronte alle medesime, diventa trascurabile quella dovuta al servizio della navigazione (V. *Berthot* pag. 44). Così il Guillemain dice che 0,50 a 0,60 di metro cubo per metro lineare e per 24 ore rappresenta le perdite per filtrazione ed evaporazione in un canale da lungo tempo in servizio; m. c. 1,00 quelle per un canale in servizio da tempo minore, e che per i canali nuovi queste perdite si elevano facilmente a m. c. 3,00 — 4,00 per metro lineare e per le 24 ore.

Ora è da avvertire che (a parte naturalmente i tratti in rilevato) il canale in progetto si troverà in condizioni non sfavorevoli per quanto riguarda le perdite per filtrazioni, perchè le trincee saranno aperte in un sottosuolo impregnato, anche a piccolissima profondità sotto il piano campagna, dalle permeazioni delle acque di irrigazione per tutta l'enorme distesa della pianura, che, dalla sponda sinistra del canale, si estende sino alle prealpi. E nei rilevati poi si farà, come è progettato, la platea sul fondo e il rivestimento delle sponde. Riteniamo quindi che, anche volendo fare una previsione molto prudente, si possa valutare il consumo totale della quarta tratta del canale, ossia la quantità d'acqua occorrente alla

sua alimentazione, in un massimo di metri cubi 3,00 per metro lineare nelle 24 ore. Cosicchè, essendo la lunghezza di questa tratta di chilometri 36 in cifre rotonde, il volume totale da immettersi in detta tratta nelle 24 ore sarebbe di metri cubi

$$36000 \times 3 = 108000$$

il qual volume in portata continua corrisponde a litri 1250 per minuto secondo. Si riterrà quindi, in portata continua ed in cifre rotonde, eguale a litri 1300 per minuto secondo il quantitativo d'acqua occorrente all'alimentazione della quarta tratta.

Il volume ora accennato di metri cubi 108000 giornalieri apparirà persino esagerato se si confronta con quello di m. c. 80000 stabilito dal Graëff come consumo giornaliero sul canale a due versanti dalla Marna al Reno, che misura complessivamente ben 145 chilometri.

Ora anche calcolando su basi così straordinariamente larghe un consumo di litri 1300 al minuto secondo, questo non costituisce punto una difficoltà troppo grave, nè in quanto al trovare il corrispondente volume d'acqua nelle adiacenze del percorso del canale, nè in quanto ai mezzi per immetterlo effettivamente nel canale.

Ed invero, anche a prescindere dalle colature che verranno naturalmente a cadere nel canale, come pure dall'allacciamento delle acque freatiche, che certissimamente verrà fatto coll'apertura delle trincee (e senza alcun danno alle proprietà private appunto perchè il tracciato del canale passa al limite inferiore della zona irrigua) si hanno questi quattro corsi d'acqua dei quali è possibile valersi per l'alimentazione della quarta tratta: la Doretta morta; il canale del molino del Forno; la Dora Baltea al ponte di Calciavacca; il Po in corrispondenza all'incirca alla borgata di Santa Maria.

Di ognuna di queste possibili fonti di alimentazione del canale si daranno ora alcune indicazioni.

33.

La Doretta (o Doretta morta) è un cavo, in territorio di Crescentino, raccoglitore di sorgive e di coli, che comincia con un fosso di profondità e larghezza di nessuna importanza, poco a valle della borgata Galli, cioè presso la cascina

Ravanara, poi si allarga e vi affiorano alcune sorgive ed altre vi sono immesse da pochi tubi Calandra, cosicchè a circa un chilometro di distanza già serve, presso la cascina Calcino, ad azionare il piccolo molino, dello stesso nome, che però lavora per lo più a margonate. Poi, approfondita maggiormente dopo il salto di questo molino, la Doretta sottopassa alla strada provinciale che da Crescentino mette al nuovo ponte sul Po, e percorre, parallelamente alla strada provinciale Crescentino-Casale, le bassure della regione dei Mezzi di Po con un alveo tortuoso e molto ampio, avente cioè una larghezza di 20-25 metri, e sbocca poi nel Po a circa due chilometri e mezzo a valle di Crescentino, presso i cascinali Sasso, dopo aver ricevuto la immissione della roggia Garavella e di altri coli, ed azionato un secondo opificio cioè la segheria Momo.

Secondo il tracciato in progetto il canale navigabile si sviluppa, come già venne accennato, per quasi tre chilometri nell'alveo stesso della Doretta, per quanto il suo andamento tortuoso lo permette, e raccoglierà così direttamente le sorgive che ora vi affiorano ed anche gli scoli della roggia Garavella. Ai due opifici che ora ricevono dalla Doretta la forza motrice (per altro di ben limitata importanza) sarà naturalmente dato il dovuto compenso, oppure concessa una corrispondente forza elettrica.

Nella magra molto depressa che si aveva alla metà del corrente mese di gennaio 1905, il volume d'acqua defluente nella Doretta al molino Calcino ed al sottopassaggio alla strada tendente al ponte sul Po, si poteva valutare solamente a poco più di 50 litri al l". Ma a valle di quel sottopassaggio la portata della Doretta aumentava in misura rilevantissima, per l'immissione di coli e l'affioramento di sorgive, cosicchè in una misura praticata il giorno 11 corrente, subito a monte del salto della segheria Momo, si trovò un corpo di acqua di ben litri 1700 circa al l", dei quali 700 provenienti dalla roggia Garavella, che sbocca nella Doretta poco superiormente al detto salto.

Da informazioni poi assunte presso l'Ufficio tecnico della Città di Crescentino risulta che, non tenendo conto della immissione della Garavella e degli altri coli che si avevano nel giorno della citata misura (e che in alcune epoche dell'anno mancano), tuttavia si può sempre con certezza ritenere che la portata della Doretta alla segheria Momo, e dovuta a

sole acque di sorgenti, sia di 450-500 litri al 1" anche nelle massime magre.

Perciò tenendo, come è proposto in progetto, il tracciato del canale navigabile nell'alveo stesso della Doretta morta, il quale anzi deve ancora venir approfondito, si ha la certezza di raccogliere nel canale stesso, in quel tratto del suo percorso, almeno 500 litri al secondo di acque di sorgive, senza bisogno di alcuna opera di allacciamento o di elevazione.

La raccolta di questo importante e perenne volume d'acqua di sorgente nel canale navigabile tornerà utile anche sotto un altro riguardo, ossia perchè impedirà nelle stagioni invernali molto rigide il congelamento, altrimenti assai facile, della massa di acqua, stagnante per tutta la quarta tratta, il che renderebbe necessario sospendere la navigazione. Il congelamento invece non è a temersi, salvo in casi eccezionali, nelle altre tre tratte, perchè ivi l'acqua è corrente.

34.

Può in secondo luogo servire all'alimentazione della quarta tratta il canale del molino del Forno o della Madonnina, molino che si trova in territorio di Verolengo sotto la borgata Madonnina, lungo la strada comunale tendente dalla provinciale Chivasso-Casale al porto di Lauriano.

Questo canale del molino del Forno è formato dalla riunione delle seguenti rogge:

a) bealera di Verolengo, di proprietà della casa Natta di Alfiano e che derivata dalla Dora superiormente a Rondissone serve all'irrigazione e a dar moto a parecchi opifici, ultimi dei quali i due molini di Verolengo;

b) gora del Poasso, che è il ramo sinistro del canale di S. Marco, derivato dall'Orco ed inserviente ad azionare diversi opifici fra i quali il molino di S. Marco nell'abitato di Chivasso:

c) gora Rillano:

d) fossi raccoglitori di acque sorgive, che molto abbondanti affiorano presso l'abitato di Verolengo e nella regione adiacente.

Dalla riunione di tutte queste acque risulta quindi una portata molto rilevante per il canale del molino del Forno, ed in fatti, secondo la già citata pubblicazione del Ministero

di Agricoltura, Industria e Commercio sui canali del Piemonte (pag. 354-355), si avrebbero al molino della Madonnina litri 3500-2150-1600, rispettivamente nello stato di acque massime, ordinarie, e minime e per la durata di mesi 3-6-3.

A valle del molino della Madonnina questo canale riceve ancora altre immissioni di acque sorgive e di coli: principale, presso la cascina Quarino Rosso, quella della roggia del molino delle Benne. Poco inferiormente poi a tale immissione il canale termina nel Po, il cui alveo in questi ultimi anni ha subito un rilevante spostamento verso la sponda sinistra, estendendosi sino ai piedi della piarda, sul cui ciglio stanno le cascine Bianca e Cascinassa, di fronte all'abitato di Calciavacca.

Da una misura fatta sul canale del molino del Forno, subito a valle dell'immissione della roggia del molino delle Benne (tra il Quarino Rosso e cascina Nuova) nel giorno 12 dicembre p. p., risultò una portata superiore ai litri 2500 per 1", ed in altra fatta l'11 del corrente mese di gennaio (in tempo di magra affatto depressa) una portata di litri 2300 circa.

Dopo il molino del Forno questo canale non serve più nè per forza motrice, nè per irrigazione e quindi le sue acque potranno venir utilizzate (elevandole) per l'alimentazione della quarta tratta del canale navigabile.

Quanto alla possibilità di valersi, al detto scopo, delle acque del Po e della Dora, si osserva che il Po inferiormente alla diga del canale Cavour (che in tempo di magre, ed insieme al cavo Gazzelli, ne deriva tutta completamente la portata) riceve molti scoli e sorgive, cosicchè, indipendentemente anche dall'immissione del canale del Molino della Madonnina e delle acque della Doretta, si hanno sicuramente, anche nelle massime magre invernali ed estive, alcuni metri cubi presso la borgata S. Maria, cioè sul termine del territorio di Crescentino, ove sarebbe forse il sito meglio acconcio per impiantarvi un elevatore, perchè di qui si potrebbe ancora alimentare la maggior parte della quarta tratta, mentre alla restante parte, in a monte, potrebbero provvedere le acque della Doretta.

Nella Dora Baltea invece è poco rilevante il volume d'acqua che ancora defluisce, nelle magre invernali, al ponte di Calciavacca, e tanto meno poi al ponte-canale del canale Cavour, poichè in quell'epoca il suo alveo resta completamente asciutto alla derivazione del canale sussidiario Farini, situata appena

a quattro chilometri e mezzo superiormente al ponte di Calciavacca, ed in questo tratto non vi sono immissioni di sorta, ma solo affioramenti di sorgive. Sarebbe interessante lo stabilire, con sufficiente precisione, quale è il volume che, con queste sorgive, si raccoglie al detto ponte di Calciavacca durante le massime magre invernali. Ma esatte misure di portata in un alveo come quello della Dora Baltea non si possono praticare senza preventive opere speciali, che noi non avevamo la facoltà, nè i mezzi, di compiere. Perciò con le maggiori riserve si accenna che, da una misura fattasi il giorno 11 corrente subito a monte del ponte di Calciavacca, in un tratto dove tutte le acque correvano raccolte in un braccio ristretto e non troppo irregolare, risultò una portata di circa litri 1500 — 1700 al 1".

35.

Alla provvista adunque dell'acqua occorrente alla quarta tratta si potrà in parte sopperire colle acque della Doretta, che saranno allacciate sotto Crescentino colla stessa apertura della trincea del canale navigabile, e così senz'altra spesa che quella dei relativi compensi per le acque stesse, se si riconoscerà che sono di proprietà privata, e per i due piccoli opifici che ora dalla medesima sono azionati. Ma le acque della Doretta non sono sufficienti, perchè, in base a quanto venne più sopra accennato, si può bensì valutarne il volume anche nella minima magra in litri 500 al minuto secondo, ma deve ritenersi di litri 1300 il quantitativo occorrente per l'alimentazione della quarta tratta.

La restante portata, cioè litri 800 al 1", dovrà perciò venir immessa nel canale navigabile mediante un elevatore, da impiantarsi sul canale del molino della Madonnina, ovvero sul Po o sulla Dora Baltea.

Delle tre soluzioni quella dell'elevatore sul Po sarebbe la meno conveniente pei i possibili, anzi probabili, spostamenti in avvenire dell'alveo del fiume ed anche perchè si immetterebbe l'acqua nel canale navigabile in un punto troppo a valle, per il che meglio risponde alle esigenze del canale la immissione delle acque elevate dalla Dora Baltea o dal canale del molino del Forno.

Fra questi due elevatori potrebbe poi, a primo aspetto, pa-

rere più conveniente quello dalla Dora, situandolo a sponda sinistra del fiume, subito a valle del ponte di Calciavacca, perchè così si troverebbe in immediata adiacenza del canale navigabile. Ma, a parte anche la non completa sicurezza circa la sufficienza del volume di sorgive esistente in Dora durante le massime magre, si avrebbe pur sempre ancora l'inconveniente di poter immettere le acque di alimentazione nel canale navigabile solamente a valle della conca N. 8. Perciò si dovrebbe poi ancora rimontare una parte di tali acque per l'altezza della conca N. 8, allo scopo di sopperire al consumo del tronco superiore ed inoltre provvedere il volume occorrente al servizio della conca N. 7, cioè della conca di comunicazione col canale Cavour e per la quale, come già si è detto, non si può distrarre dal detto canale il benchè menomo corpo d'acqua. Ora il rimontare un piccolo volume da un tronco all'altro per l'altezza della conca N. 7 non sarebbe cosa difficile, poichè vi si potrebbe provvedere con elevatori economici, quali ad esempio quelli adottati nell'impianto elettrico di S.-Jean-de-Losne sul canale di Borgogna (V. la *Navigazione Intérieure etc. par Mazoyer, Rigaux et Gallot* e la monografia già citata dell'ing. De Sanctis). Ma per il servizio della conca adiacente al canale Cavour è necessario al passaggio di ogni barca poter provvedere, in pochi minuti ed a livello del pelo acqua del detto canale, un rilevante volume, cioè circa 1660 metri cubi.

Quindi, oltre all'impianto di un terzo elevatore presso la conca N. 7, si dovrebbe fare la conca stessa con i bacini di risparmio, oppure formare, separatamente dalla medesima, un ampio bacino a livello del canale Cavour e nel quale si accumulasse l'acqua fornita da questo terzo elevatore, che dovrebbe funzionare con portata limitata e quindi in modo continuo, per non turbare il regime dei tronchi inferiori. In conclusione quindi si avrebbe una complicazione nel servizio, gravi spese di impianto e di esercizio e forse anche il pericolo di deficienza di acqua nelle magre estreme.

36.

Avuto riguardo a quanto sopra ed anche alle difficoltà, forse non lievi, di derivare dall'alveo della Dora le acque da elevare e portarle sino all'edificio dei meccanismi, noi siamo

d'avviso che non sia da integrare l'alimentazione della quarta tratta nè colle acque del Po, nè con quelle della Dora Baltea.

Riteniamo invece che a completare la dotazione d'acqua occorrente a tale scopo, si abbiano ad utilizzare, e mediante un elevatore unico, le acque del canale del molino del Forno, le quali, anche nelle magre estreme del presente inverno, erano ancora di gran lunga eccedenti il bisogno.

Proponiamo perciò che le acque occorrenti (sotto deduzione di quelle della Doretta) all'alimentazione della quarta tratta siano derivate dal detto canale, poco inferiormente all'immissione nel medesimo della roggia del molino delle Benne, e con breve tratto di cavo (della lunghezza di circa m. 450, parte scoperto e parte in galleria) vengano portate ad un edificio elevatore, da costruirsi presso la ferrovia Chivasso-Casale, sul lato di notte, a poca distanza dal Casello N. 7, cioè quasi di fronte alla cascina Nuova. Sollevate, con tale edificio, a sufficiente altezza quelle acque, saranno immesse in apposito cavo (segnato nella planimetria generale con linea bleu) che, in rilevato nel suo primo tratto e con direzione da giorno a notte, raggiunga la sponda destra del canale Cavour e la percorra sino al ponte-canale sulla Dora, nel quale sarà facile formare sotto il marciapiede di destra un canaletto coperto, della luce di almeno m. 1,30 e dell'altezza di 0,60. Così potranno venir portate, a sponda destra, sino alla conca N. 7 e con un livello ancora alquanto superiore a quello del pelo acqua del canale Cavour.

Questa conca poi dovrà venir formata a doppia vasca (écluses accolées) in modo che la portata continua proveniente dall'elevatore venga alternativamente immessa nell'una o nell'altra, cosicchè quando una si vuota per il passaggio della barca, l'altra vada riempiendosi.

Il dislivello tra il pelo acqua nel canale del molino del Forno, al punto nel quale si farà la presa, ed il pelo acqua del canale Cavour, in corrispondenza alla conca di comunicazione colla quarta tratta, è di circa m. 12,00.

37.

Quanto all'entità del volume d'acqua da elevarsi dal canale del molino del Forno, già si è visto che per reintegrare il consumo totale d'acqua che possa verificarsi lungo la quarta

tratta, basteranno certamente litri 800 al 1" (insieme ai lit. 500 a ricavarsi dalla Doretta). Ma potrebbe però sorgere il dubbio che tale portata di litri 800 non sia poi sufficiente per il servizio della conca N. 7, cioè di quella che serve per la discesa dal canale Cavour e da formarsi, come si è detto, a doppia vasca, poichè supponendo che il passaggio di ogni barca impieghi anche 15 minuti primi (900 secondi), non bastano 800 litri al 1" per riempire in un quarto d'ora una delle due vasche della conca, mentre l'altra si vuota, e la cui capacità è di m. c. 1660 come si è detto. Per tale riempimento occorrono minuti primi 34 circa.

Si potrebbe quindi temere che il servizio della conca N. 7 ne abbia a soffrire dei ritardi, che risulterebbero dannosi al traffico lungo tutto il canale.

Questo timore però a nostro avviso non è fondato, come è dimostrato dal seguente semplice calcolo fatto dal Guillemain e riportato dal Berthot nel suo volume sui canali a pag. 16 « prenant pour base le chiffre de 500.000 tonnes de « trafic (chiffre qui dépasse celui de tous nos canaux réunis)... « transportées par des bateaux de 100 tonnes cela fera cinq « mille bateaux par an, soit pendant deux-cent-cinquante « jour de navigation *vingt bateaux par jour* ».

Da questo calcolo risulta perciò che, pur supponendo il maggior traffico desiderabile, basterà assicurare il passaggio di una barca all'incirca ogni mezz'ora, e che quindi sarà sufficiente anche per il servizio della conca N. 7 la portata continua di litri 800 al 1", la quale, in quell'intervallo di tempo, basta a fornire il volume occorrente alla conca, anche se priva dei bacini di risparmio.

Ad ogni modo poi, qualora, dopo alcuni anni di esercizio, si riconosca la necessità di riempire le vasche della conca N. 7 in un tempo minore, si potranno allora aggiungere altre pompe nell'elevatore, così da aumentare la potenzialità sino anche a litri 1500 - 1800 al 1", oppure formare (e con spesa limitata) un serbatoio scoperto, della capacità di 10 - 12 mila metri cubi a sponda destra della Dora Baltea, presso il punto nel quale il fosso proveniente dall'elevatore raggiunge la sponda del canale Cavour. E nel caso di aumento nella potenzialità dell'elevatore, potrebbe poi il medesimo servire, durante la notte e le ore di minor traffico, ad elevare acqua a vantaggio del canale Cavour nei periodi di magra.

Per intanto però riteniamo, come già si è accennato, di limitare a 800 litri il volume che si propone di elevare dal canale del molino del Forno.

38.

Con i mezzi ora proposti si avrà il vantaggio di dover costruire ed esercire un unico elevatore e di provvedere in modo continuo, regolare e sicuro al funzionamento della conca di origine della quarta tratta e di immettere, pure in corrispondenza di questa stessa origine la maggior parte del volume occorrente all'alimentazione della medesima, completandolo poi, poco in a valle, coll'allacciamento delle acque della Doretta. Ed anche per sicurezza e comodità di esercizio, questo elevatore si presenta in condizioni migliori che non quelle che si avrebbero per elevare le acque della Dora.

Inoltre sarà poi forse possibile venire ad un accordo colla Amministrazione del canale Cavour nel senso di immettere nel canale stesso le acque sollevate, per derivarne un egual volume in corrispondenza alla conca, e così risparmiare il fosso laterale e l'attraversamento sopra il ponte-canale della Dora.

Si potrebbe in tal caso, a tutto vantaggio del canale Cavour, sollevare, mediante un aumento nella potenzialità dell'elevatore, tutto intero il volume d'acqua defluente nel canale del molino del Forno, immetterlo nel canale Cavour, per estrarne, alla conca dopo l'attraversamento della Dora Baltea, il solo volume occorrente all'esercizio della conca stessa ed all'alimentazione, insieme colle acque della Doretta, della quarta tratta del canale navigabile. Sarebbero così non meno di litri 1500 circa al l", dei quali si impinguerrebbe il canale Cavour durante le epoche di magra.

39.

Quanto siamo andati esponendo nutriamo fiducia risponda esaurientemente all'incarico affidatoci, di compilare un progetto di massima di canale navigabile da Torino a Casale e confidiamo pure basti a colmare la mancanza, lamentata dalla Reale Commissione per lo studio della navigazione interna nella valle del Po, di elementi tecnici, relativamente ad una comunicazione acquea fra Torino e Casale Monferrato,

Il progetto che rassegniamo, oltre che servire di traccia per lo studio d'esecuzione del canale, servirà ancora a dimostrare come torni possibile vincere le difficoltà ed i pericoli della navigazione fra Torino e Casale avvertiti dalla predetta Commissione e come in definitiva la costruzione del detto canale si riduca ad una questione di spesa, relativamente modesta, di fronte ai benefici, che, per quanto è dato dedurre dai numerosi esempi offerti dalle nazioni estere, Francia, Germania, Austria, Russia, sono da attendersi da un'opera che collegherebbe, per via acquea, l'alto Piemonte con tutta la rete Padana.

A questo utile grandissimo, immediato, va ancora congiunta la prospettiva che, portato a compimento il canale Cavour colla sua prosecuzione fino al Ticino, il canale progettato « addiventi ad un tempo per Torino la via acquea di comunicazione con le feracissime terre del Vercellese e del « Novarese, non solo, ma uno sbocco diretto verso il Lago « Maggiore e quindi i valichi del Gottardo e del Sempione, « nonchè con Milano a mezzo del Naviglio » (Conferenza del dott. ing. on. Romanin Jacur, Presidente della Real Commissione predetta, alla Camera di Commercio di Torino).

Torino, 4 febbraio 1905.

Ing. CORAZZA CESARE.
Ing. SOLDATI ROBERTO.



Computo sommario della spesa

N. d'ordine	INDICAZIONE DELLE OPERE	IMPORTO	
		parziale	totale
	Tratta I (lunghezza m. l. 3500)		
	Canale Michelotti		
	<i>Sistemazione del canale Michelotti.</i>		
1	Occupazione di terreni ed espropriazione fabbricati L.	150.000	
2	Movimento di materie »	140.000	
3	Muri laterali di sostegno delle sponde del canale »	700.000	
4	Sistemazione dell'attuale steccaia del canale Michelotti e sua sopraelevazione con diga mobile . . . »	250.000	
5	Nuovo edificio di derivazione dal Po. . . . »	80.000	
6	Ponte in cemento armato per accesso dal Corso Casale al porto del Parco Michelotti . . . »	40.000	
7	Ricostruzione, in cemento armato, del ponte in prolungamento di quello Regina Margherita alla barriera di Casale »	90.000	
8	N. 2 ponti in cemento armato di m. 4 di carreggiata »	20.000	
	<i>A riportare L.</i>	1.470.000	

N. d'ordine	INDICAZIONE DELLE OPERE	IMPORTO	
		parziale	totale
	<i>Riporto L.</i>	1,470,000	
9	N. 4 sifoni per sottopassaggio di rivi »	100,000	
10	Conche N. 2 »	300,000	
11	Scaricatore ed edifici minori »	50,000	
12	Case per i custodi N. 2 »	25,000	
13	Sistemazione della strada di alaggio »	14,000	
	<i>Porto secondario nel Parco Michelotti.</i>		
14	Occupazione di terreni »	125,000	
15	Movimento di materie »	170,000	
16	Banchine, fabbricati, tettoje »	400,000	
17	Rivestimento sponda destra del Po »	40,000	
18	Minuti lavori ed imprevisti per la tratta I »	256,000	
	Importo tratta I L.	2,950,000	2,950,000
	<i>A riportare L.</i>		2,950,000

N. d'ordine	INDICAZIONE DELLE OPERE	IMPORTO	
		parziale	totale
	<i>Riporto L.</i>		2.950.000
	Tratta II (lunghezza m. l. 19750)		
	Dal termine del canale Michelotti all'imbocco di quello Cavour		
19	Occupazione di terreni ed indennità relative . L.	415.000	
20	Movimento di materie »	970.000	
21	Scavi subacquei per le opere d'arte »	30.000	
22	Muri laterali di sostegno delle sponde del canale »	746.000	
23	Calcestruzzo per fondazioni del muro tra il Po ed il canale in corrispondenza all'abitato di S. Mauro »	99.000	
24	Calcestruzzo per platee »	114.000	
25	N. 31 ponti sul canale in progetto, di m. 15 di luce e con carreggiata variabile da 3 a 5 m. »	280.000	
26	N. 7 ponti sul canale in progetto, di m. 15 di luce e con carreggiata variabile da 6 a 8 m. »	110.000	
27	N. 27 ponti-canali di luce variabile da 0,75 a 2,50 per soprapassare col canale in progetto a rivi »	110.000	
	<i>A riportare L.</i>	2.874.000	2.950.000

N. d'ordine	INDICAZIONE DELLE OPERE	IMPORTO	
		parziale	totale
	<i>Riporti L.</i>	2.874.000	2.950.000
28	N. 12 ponti-canali di luce superiore a m. 2,50 . »	240.000	
29	N. 3 sifoni per sottopassaggio di rivi, di luce m. 0,50-1,00 »	15.000	
30	N. 2 id. id. id. id. m. 3,00 »	16.000	
31	Edificio per la restituzione della competenza del canale di Sambuy »	8.000	
32	Galleria presso Cimena (m. l. 220) »	350.000	
33	Ponte-canale a 9 arcate sul Po a Chivasso, di m. 12,60 di canna e 22 m. di luce »	550.000	
34	N. 1 conca con caduta di m. 3,10 »	150.000	
35	N. 3 conche id. di m. 6,00 »	660.000	
36	N. 1 conca doppia a Chivasso di m. 12,28 »	500.000	
37	Scaricatori ed edifici minori »	50.000	
38	Case per i custodi n. 5 »	35.000	
39	Sistemazione della strada di alaggio »	80.000	
40	Scali in corrispondenza ai Comuni di S. Mauro, Castiglione, Gassino, e presso Cimena, comprese le strade di raccordo colla strada nazionale Torino-Casale »	40.000	
	<i>A riportare L.</i>	5.568.000	2.950.000

N. d'ordine	INDICAZIONE DELLE OPERE	IMPORTO	
		parziale	totale
	<i>Riporti L.</i>	5.568,000	2.950,000
41	Porto di Chivasso »	180,000	
42	Opere per la deviazione di un tratto della strada nazionale Torino-Casale e della roggia dei molini Revel »	30,000	
43	Opere di consolidamento delle sponde a livello del pelo acqua, minuti lavori ed imprevisti . . . »	682,000	
	Importo tratta II L.	6.460,000	6.460,000
 Tratta III (lunghezza m. l. 10890) 			
Canale Cavour 			
44	Occupazione di terreni ed indennità relative . L.	15,000	
45	Movimento di materie per adattamenti alle strade di alaggio »	50,000	
46	Muri laterali di sostegno delle sponde del canale »	10,000	
47	Rialzamento di N. 14 ponti a tre luci . . . »	450,000	
48	Trasformazione di N. 4 ponti-canali in sifoni . »	120,000	
49	N. 5 sifoni »	100,000	
	<i>A riportare L.</i>	745,000	9.410,000

N. d'ordine	INDICAZIONE DELLE OPERE	IMPORTO	
		parziale	totale
	<i>Riporti L.</i>	745.000	9.410.000
50	Ponte attraverso il canale Cavour per strada d'alaggio »	40.000	
51	Ponte elevabile per la ferrovia Torino-Casale . »	200.000	
53	Adattamento del ponte-canale sulla Dora Baltea »	40.000	
53	Opere per sopraelevare il pelo in epoche di magra »	50.000	
54	Case per i custodi N. 2 »	15.000	
55	Sistemazione del piano viabile delle strade d'alaggio (cunette, massicciate ecc.) »	44.000	
56	Scalo in corrispondenza all'abitato di Verolengo »	10.000	
57	Opere di consolidamento delle sponde a livello del pelo acqua, minuti lavori ed imprevisti . . . »	166.000	
	Importo tratta III L.	1.310.000	1.310.000
	Tratta IV (lunghezza m. l. 36020)		
	Dalla Dora Baltea a Casale Monferrato		
58	Occupazione di terreni ed indennità relative . »	756.000	
	<i>A riportare L.</i>	756.000	10.720.000

N. d'ordine	INDICAZIONE DELLE OPERE	IMPORTO	
		parziale	totale
	<i>Riporti L.</i>	756.000	10.720.000
59	Movimenti di materie »	1.400.000	
60	Muri laterali di sostegno delle sponde del canale »	80.000	
61	N. 36 ponti di luce m. 15 e con carreggiata variabile da 3 a 5 m. »	325.000	
62	N. 19 id. id. id. da 6 a 10 m. »	280.000	
63	N. 5 ponti-canali di luce variabile da m. 2 a 7 »	40.000	
64	N. 1 id. a due luci di m. 4 . . . »	15.000	
65	N. 15 sifoni per sottopassaggio di rivi, di luce fino a m. 1,00 »	75.000	
66	N. 34 id. di luce fra 1 e 3 m. . . . »	270.000	
67	N. 6 id. id. superiore a m. 3 . . . »	60.000	
68	Elevatore e canali relativi »	250.000	
69	Conca all'uscita dal canale Cavour . . . »	250.000	
70	N. 4 conche con caduta di m. 3,40 . . . »	320.000	
71	N. 8 id. id. di m. 5,80 »	1.200.000	
72	Conca per accesso al Po »	130.000	
	<i>A riportare L.</i>	5.451.000	10.720.000

N. d'ordine	INDICAZIONE DELLE OPERE	IMPORTO	
		parziale	totale
	<i>Riporti L.</i>	5.451.000	10.720.000
73	Case per custodi N. 13 »	90.000	
74	Sistemazione strada di alaggio »	144.000	
75	Porti di Crescentino, Palazzolo, Trino e Morano »	240.000	
76	Porto di Casale »	400.000	
77	Scalo di S. Maria e di Fontanetto Po . . . »	20.000	
78	Opere di consolidamento delle sponde a livello del pelo acqua, difese alla Dora, minute opere ed imprevisti »	705.000	
	Importo IV tratta L.	7.050.000	7.050.000
	TOTALE L.		17.770.000
	Spese generali, direzione lavori, telefono, ecc. . . »		730.000
	Totale generale L.		18.500.000

Torino, 4 febbraio 1905.

Ing. CORAZZA CESARE.

Ing. SOLDATI ROBERTO.

INDICE

Relazione.

CAPO I.	Premesse	Pag. 3
» II.	Cenni generali sul tracciato del canale	» 7
» III.	Sezioni trasversali ed altre modalità principali del canale	» 15
» IV.	Sviluppo di forza motrice lungo il canale	» 20
» V.	Particolari relativi alla prima tratta (canale Michelotti)	» 24
» VI.	Particolari relativi alla seconda tratta (dal termine del canale Michelotti all'ingresso nel canale Cavour)	» 34
» VII.	Particolari relativi alla terza tratta (percorso nel canale Cavour)	» 42
» VIII.	Particolari relativi alla quarta tratta (dalla Dora Baltea a Casale)	» 48
» IX.	Alimentazione idrica del canale	» 51

Computo sommario della spesa	Pag. 64
--	---------

1917
RECEIVED IN DEPT
10/10/18
OFFICE OF RECORDS

CANALE-NAVIGABILE
TORINO - CASALE

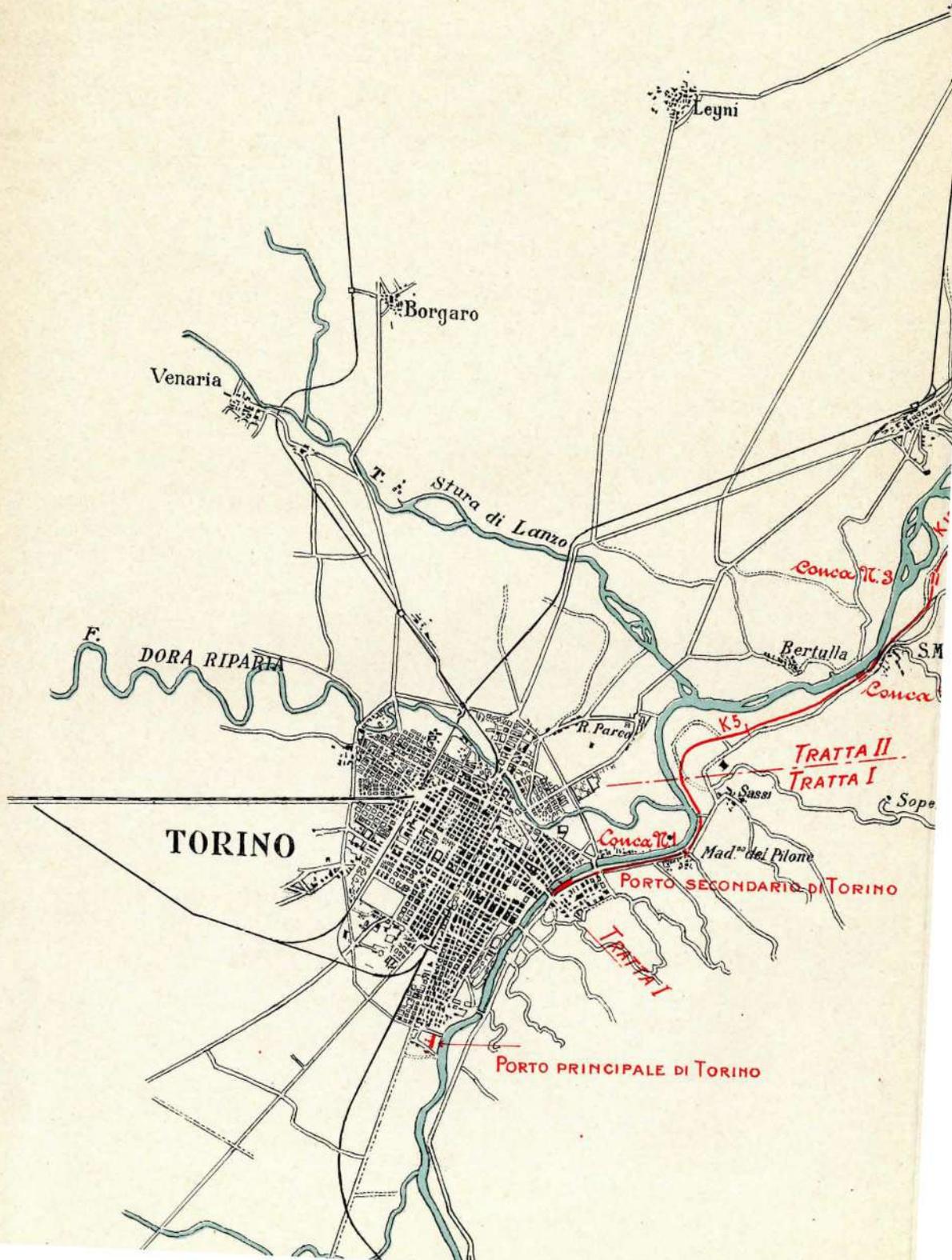


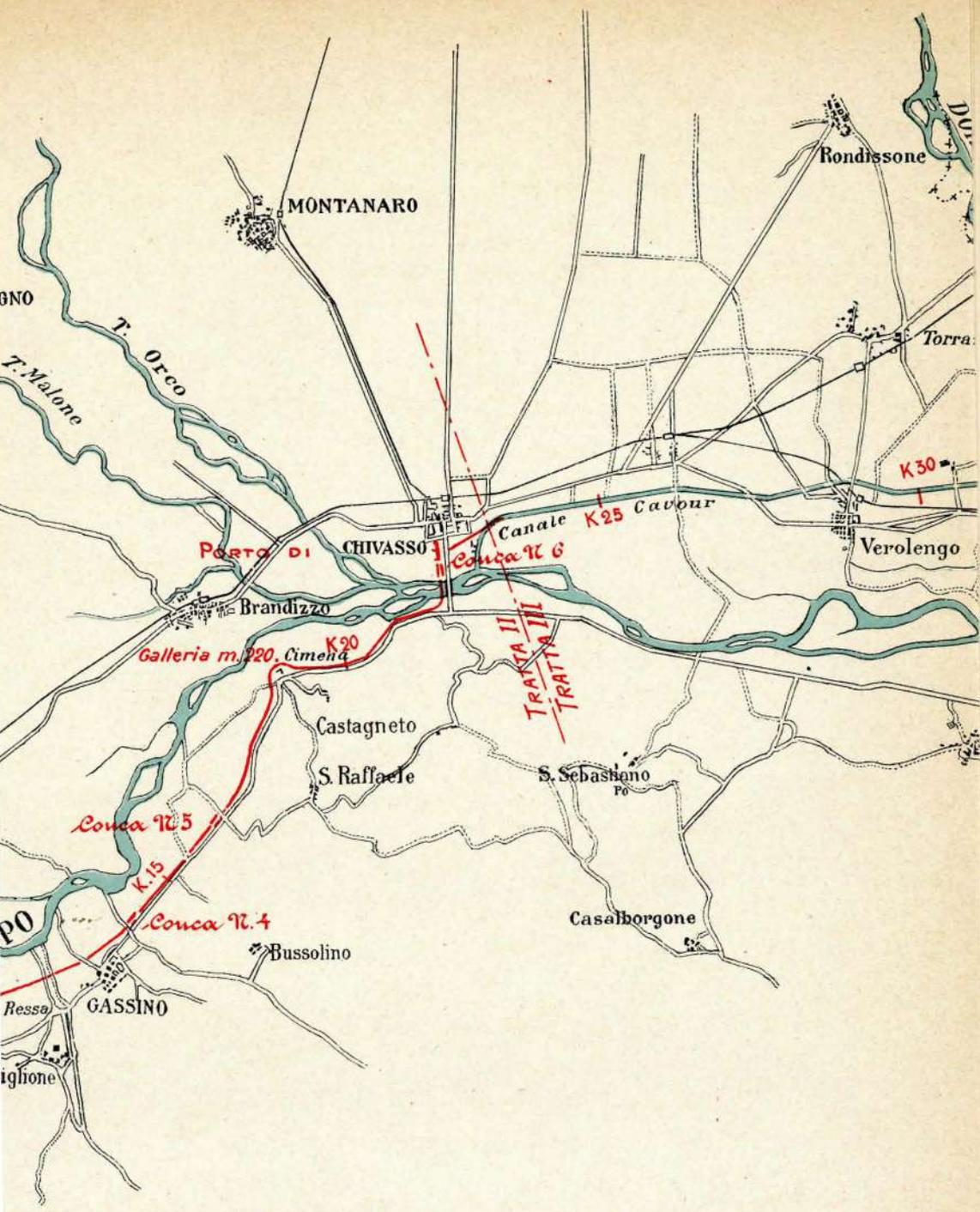
PROGETTO DEGLI ING.^{RI} CORAZZA CESARE & SOLDATI ROBERTO

PLANIMETRIA

SCALA 1:100 000





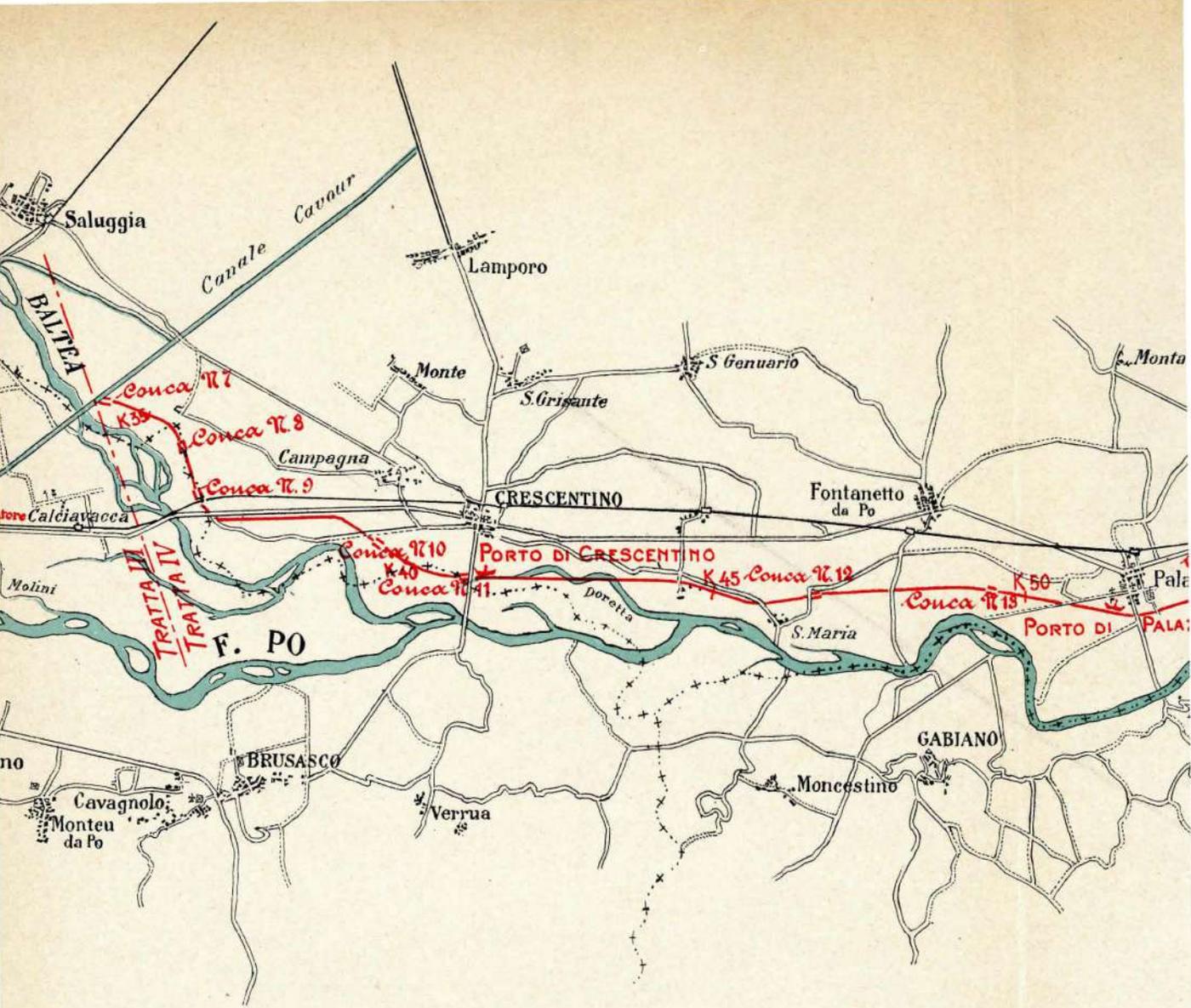


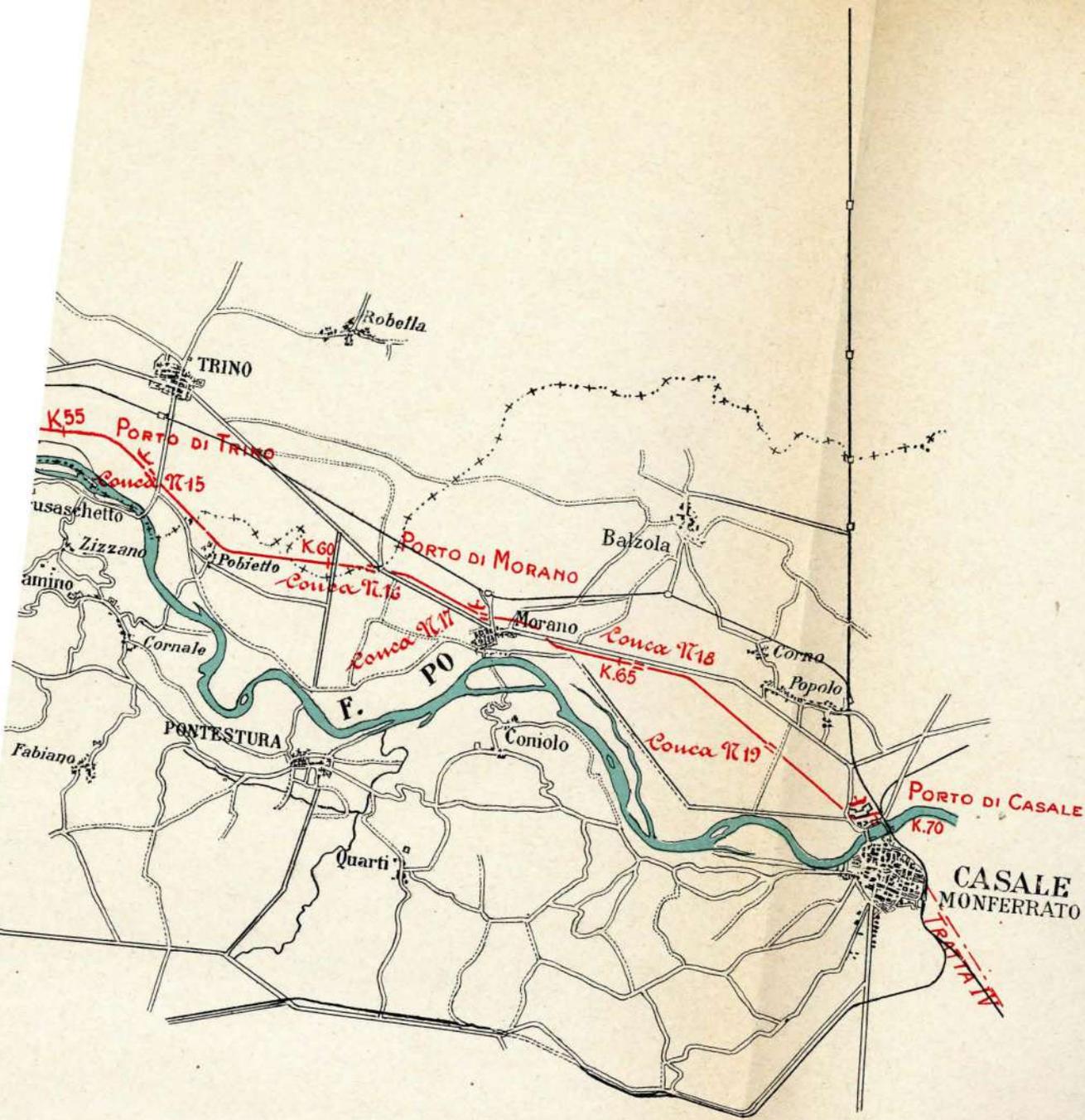
Pro
 JUR

Ferrovia Torino Casale
 Strada n. Ventisei Rondissone

171.47

28690





Pro
ur

CANALE-NAVIGABILE
TORINO - CASALE


PROGETTO DEGLI ING.^{RI} CORAZZA CESARE & SOLDATI ROBERTO

PROFILO LONGITUDINALE

SCALA PER LE LUNGHEZZE 1:100 000
" " LE ALTEZZE 1:2000

Ferrovie Torino Casale
Cassa di Venezia - Ponticelli

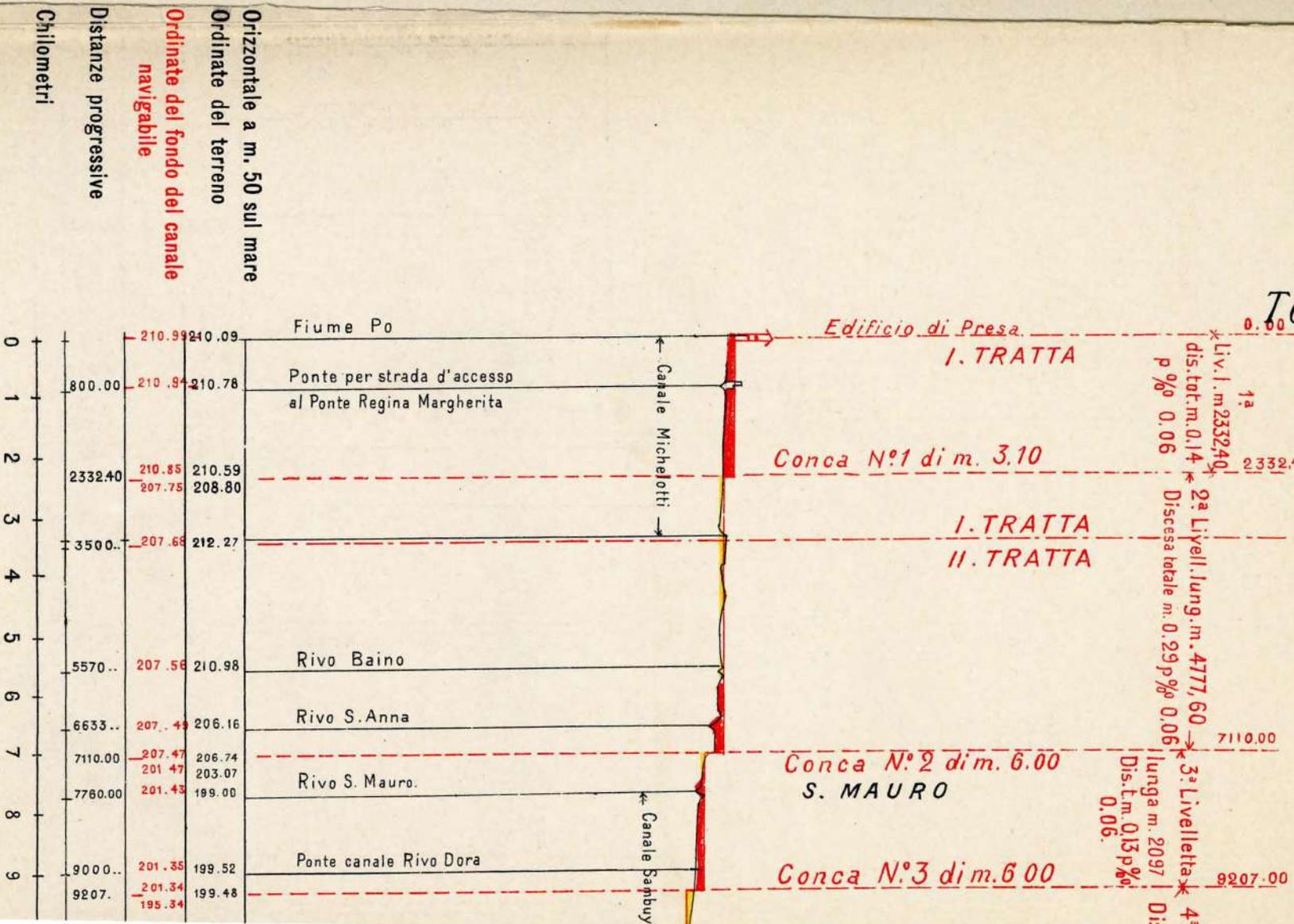
171.47

28690

(Provincia)

TORINO

TORINO



Orizzontale a m. 50 sul mare
 Ordinate del terreno
 Ordinate del fondo del canale navigabile
 Distanze progressive
 Chilometri

Edificio di Presa.

I. TRATTA

Conca N°1 di m. 3.10

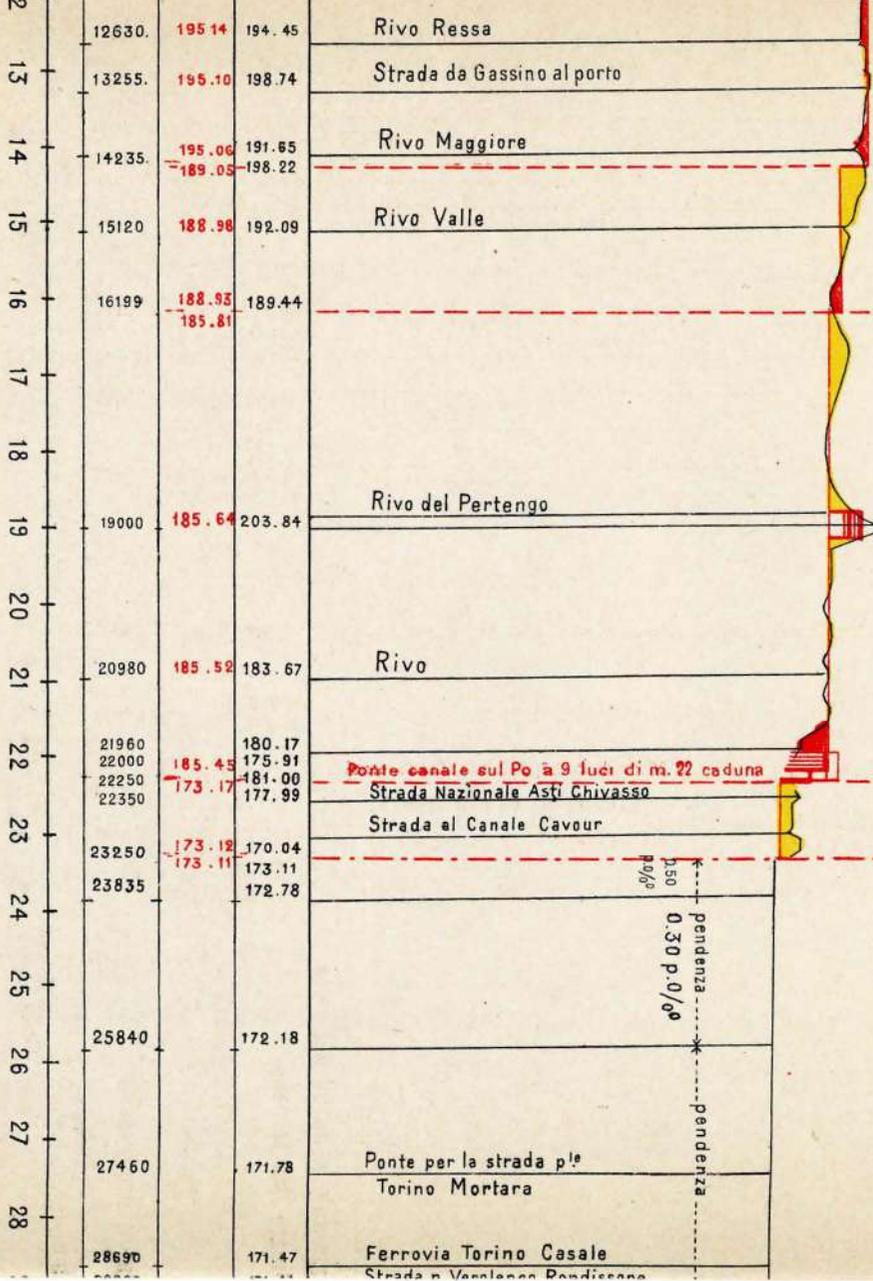
I. TRATTA

II. TRATTA

Conca N°2 di m. 6.00
S. MAURO

Conca N°3 di m. 6.00

0.00
 Liv. l. m. 2332.40
 dis. tot. m. 0.14
 p % 0.06
 1ª
 2332.40
 2ª Livell. lung. m. 4777, 60
 Discesa totale m. 0.29 p % 0.06
 7110.00
 3ª Livellella
 Lunga m. 2097
 Dis. l. m. 0.13 p % 0.06
 9207.00
 4ª



GASSINO
Conca N°4 di m 6.00

Conca N°5 di m. 3.12

Galleria m. 220

Conca doppia N°6
di m. 12,28

CHIVASSO
II TRATTA
III TRATTA

5028.00
1% m. 0,06
5^a Livell. lung. 1964
Dis. t. met. 0,12 p.‰ m. 0,06
14235.00
16199.00
6^a Livell. Lung. m. 6076.00
Discesa totale m. 0 36 p.‰ m.
22350.00
7^a Livell. lung. m. 950
Disc. m. 0,04 p.‰ 0,06
23250.00
Tratta III^a Canale Cavour

(Pro

52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70

51710
53770
54182
56680
60920
62715
63910
65290
68000
69605
70162

135.02
128.20
133.77
129.37
125.97
125.93
122.53
122.51
116.71
116.70
120.39
119.05
113.26
113.09
112.88
113.41
114.78

135.02
128.20
133.77
129.37
125.97
125.93
122.53
122.51
116.71
116.70
120.39
119.05
113.26
113.09
112.88
113.41
114.78

al porto
II Roggione
Cavo Magrelli
Strada prov.^{la}
Trino al ponte sul Po
Strada provinciale
Torino Mortara
Strada Morano
alla Stazione ferrov.^a
Strada provinciale
Torino Mortara
Strada provinciale
Torino Mortara
Strada provinciale
Torino Mortara
Ferrovia Casale Torino e Mortara

Conca N°14 di m. 5.80

Conca N°15 di m. 3.40

Conca N°16 di m. 3.40

Conca N°17 di m. 5.80

Conca N°18 di m. 3.40

Conca N°19 di m. 5.80

IV. TRATTA

52.00
54182.00
56690.00
60920.00
62715.00
65290.00
68000.00
70162.00

Lunghhezza
m. 2508.00
Lunghhezza
m. 4230.00
Lunghhezza
m. 1795
Lunghhezza
m. 2575
Lunghhezza
m. 2710.00
Lunghhezza
m. 2160

NOVARA

ALESSANDRIA

NOVARA

ALESSANDRIA (Provincia)

CASALE

UNIVERSITY OF MICHIGAN LIBRARY

