CONSORZIO DEL TICINO

STUDI PER LA REGOLAZIONE DEL LAGO MAGGIORE E PER LA UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE DEL FIUME TICINO

8

PROF. ING. MARIO MARCHETTI

SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DEL FIUME TICINO AL DOSSO DEI MURAZZI

Primo Convegno degli Ingegneri Idraulici del Corpo del Genio Civile

Parma, 30-31 ottobre e 1° novembre 1963

MILANO

1963

SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DEL FIUME TICINO AL DOSSO DEI MURAZZI [*]

Sommario

Vengono richiamati sommariamente i numerosi studi e progetti precedenti, che si iniziarono quasi un secolo fa, per utilizzare il Lago Maggiore ridotto a serbatoio a favore delle estesissime utenze irrigue e delle utilizzazioni industriali a valle.

Si accenna poi al progetto G. Fantoli che è stato realizzato con la costruzione della diga mobile alla Miorina, ed alla regolazione dell'invaso di oltre 400 milioni di metri cubi alla quale provvede il Consorzio del Ticino.

Si riferisce poi, con qualche dettaglio, sui lavori di sistemazione dell'alveo fluviale a monte della diga, al Dosso dei Murazzi, già previsti nei precedenti progetti e particolarmente nel progetto Fantoli.

I lavori sono da poco terminati, ma già si può asserire che essi hanno avuto influenza assai favorevole sull'aumento delle portate derivabili dal lago ad acque basse, e che essi hanno favorito anche la regolazione dei livelli lacuali durante le piene ordinarie abbassandoli di 0,25 ÷ 0,30 m.

E' stata interessante la verifica assai precisa fra i risultati delle prove su modello istituite nel Laboratorio d'Idraulica e Costruzioni Idrauliche di Milano nel 1939-40 e i rilievi che finora si sono potuti effettuare in natura, sul fiume, a lavori di sistemazione ultimati.

1 - Premesse

Questo lavoro di sistemazione fluviale fa parte del complesso delle opere richieste per addivenire alla regolazione delle portate uscenti dal Lago Maggiore a beneficio di un vastissimo territorio irriguo nelle Provincie di Milano, Novara e Pavia, e di cospicui impianti per forza motrice a valle di Sesto Calende.

Tale complesso di opere merita un cenno, anche storico, per il quale giova riferirsi alla corografia di fig. 1. Il lago ha lo specchio d'acqua di 210 km² di superficie, in parte ricadente in territorio Elvetico, ed è alimentato dal bacino idrografico di 6600 km² per metà oltre il confine italo-svizzero.

L'incile del lago è da ritenere corrispondente al tronco di alveo compreso fra Sesto Calende e la località Miorina. Nella prima località è posto l'idrometro fondamentale di tutta la sistemazione con lo zero situato alla quota [193,016]; a valle, nel tronco compreso fra le progressive circa 700 m e circa 1100 m, il fondo fluviale si rialza formando la soglia detta Dosso dei Murazzi con la zona più elevata posta a circa quota (192,80) prima della sistemazione; ancora più a valle, e cioè a circa la progressiva 2500 ÷ 2900 m, il fondo forma altra soglia detta della Miorina, con quote massime che prima della sistemazione erano intorno a (191,60); indi il fiume forma la rapida ancora detta della Miorina, importantissima dal punto di vista idraulico perchè difatti anche negli stati di morbida e di piena ha costituito e costituisce il vero incile semimodulare, mancando ogni influenza fra i livelli fluviali a valle di questa rapida ed i livelli del lago.

Sembra che fino dal XIII secolo si sia pensato di derivare un importante canale irriguo con presa all'incirca ai Murazzi. Infatti nei territori limitrofi al fiume, in sponda sinistra da Arconate a Golasecca, si trovano importanti tracce di un grande canale abbandonato; la costruzione costituì un insuccesso donde

[*] I numeri fra parentesi quadra indicano i riferimenti alla bibliografia posta al termine della memoria.

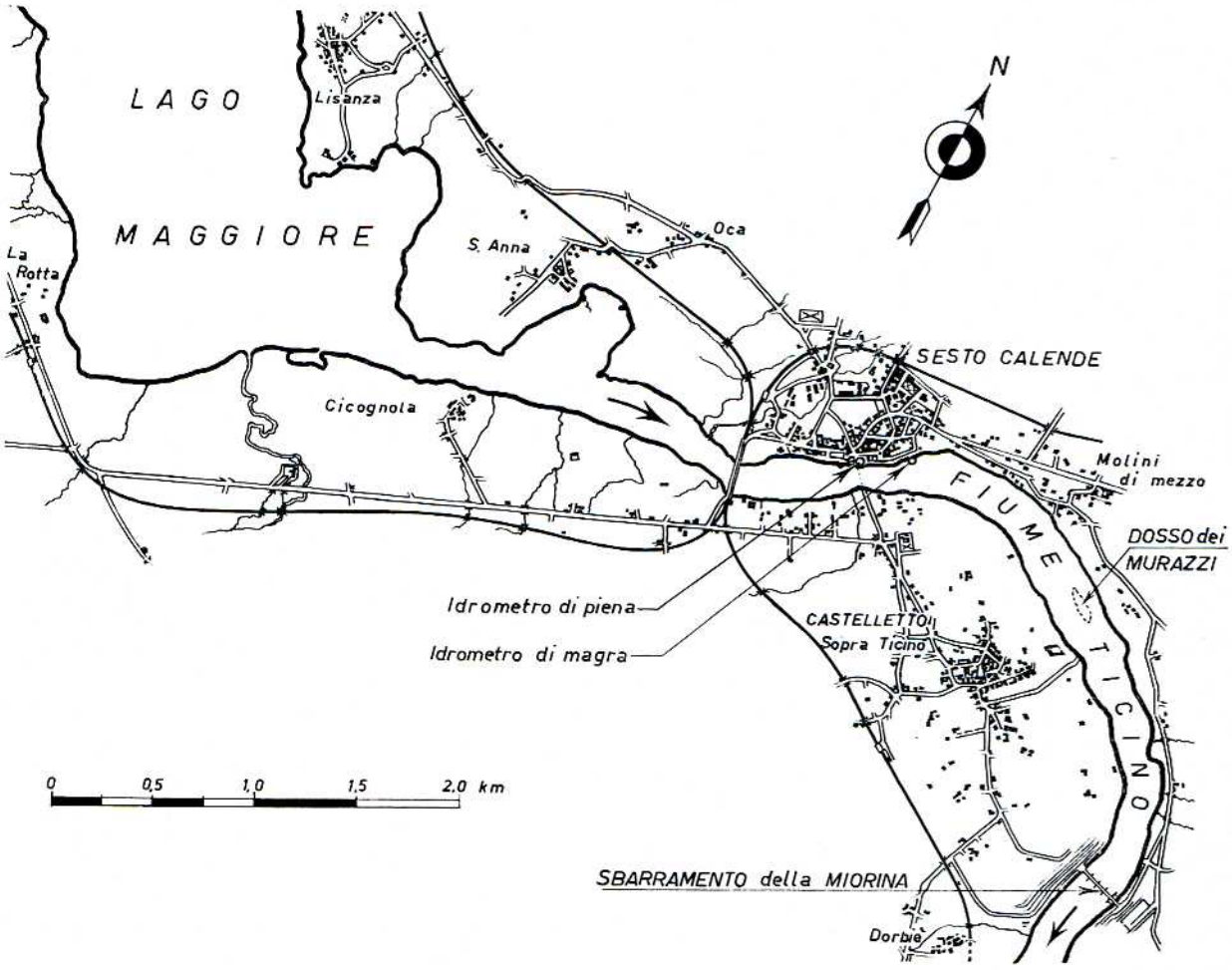

Fig. 1 - Corografia di un tratto del Lago Maggiore e del tronco del F. Ticino da Sesto Calende allo sbarramento della Miorina.

il nome di « *panperduto* » che ancora resta ad una località attraversata [1].

Molti illustri idraulici e scienziati hanno legato il loro nome all'utilizzazione del fiume e alla sua sistemazione nel XVIII e nel XIX secolo, fra i quali spiccano il Tadini, il Lombardini, il Possenti, il Brioschi, il Cipolletti, il Villoresi [1]; e più recentemente, nella fase definitiva, Gaudenzio Fantoli [2] [4] e Giulio De Marchi [3].

Gli Uffici del Genio Civile delle tre Provincie e il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici si sono occupati in modo decisivo delle questioni fluviali in discorso fino da un secolo fa. E' dell'11 Settembre 1867 il voto del Consiglio Superiore che esaminò, non approvandolo, il progetto di derivazione ventilato già dal 1862 e che prevedeva la presa alla Miorina e la drastica sistemazione fluviale, giudicata pericolosa per il fiume, per la estesa di quasi 7 km a valle di Sesto Calende.

Con i voti 26 Giugno 1875, 5 Febbraio 1876, 20 Maggio 1876, il Consiglio Superiore esaminò, approvandolo, il nuovo progetto di Villoresi-Meraviglia del quale diventò poi sub-concessionaria la Soc. Condotte d'Acqua nel Marzo 1881.

Seguirono nuovi studi, a cura del famoso ing. Cesare Cipolletti del quale fu approvato il progetto in data

1899; di questo progetto, per ciò che ora interessa, occorre richiamare che stabiliva:

1) regolarizzazione della rapida della Miorina con un alveo di 200 m di larghezza, con quota massima a (190,75) e con pendenza 0,80 ‰;

2) regolarizzazione dei Murazzi con un alveo di 230 m di larghezza, quota massima a (191,20) e pendenza 0,80 ‰;

3) diga mobile Poirée posta al Dosso dei Murazzi, con larghezza di 230 m, soglia a (191,45);

4) regolazione dell'invaso nel lago fra le quote (+ 1,00) e (— 0,50) all'idrometro di Sesto Calende.

Eugenio Villoresi non vide realizzati i suoi progetti; solo al momento della morte (1879) seppe dell'approvazione ottenuta per la grande derivazione e per il grande canale che traggono dal Ticino al Panperduto, assai a valle della Miorina, opere che portano il vanto del suo nome [5] dall'inizio del loro esercizio (1886-1891).

Si è, però, dovuti giungere al progetto Fantoli [2] ed al decisivo intervento economico delle tre Provincie se dagli studi e progetti si è passati alla definitiva costituzione del Consorzio del Ticino (R.D.L. 12 Giugno 1928, N. 1595) ed alla realizzazione delle opere di sistemazione e regolazione del fiume come segue:

1) diga mobile alla Miorina con soglia a quota (191,20) e larghezza di 150 m circa, oltre alle opere laterali. Regolazione dell'invaso fra (+ 1,00) e (— 0,50) all'idrometro di Sesto Calende: invaso utile di circa 315 x 10^6 m^3;

2) sistemazione della rapida della Miorina con un aumento di 40 m^2, in media, dell'area delle sezioni, estesa per circa 600 m a valle della Miorina, con larghezza di 150 m « *ad acque tonde* » e con pendenza del 0,50 ‰;

3) rettifica del fondo del Dosso dei Murazzi al disopra della quota (191,30) per una larghezza di 180 m;

4) attualmente, regolazione del lago fra le quote (+ 1,00) e (— 0,50) di primavera-estate e, sperimentalmente, fra (+ 1,50) e (— 0,50) nella stagione invernale.

Secondo il Fantoli la sistemazione del Dosso dei Murazzi era da considerarsi secondaria, rispetto a quella della Miorina, per cui « *poteva ammettersi una certa diminuzione della quota* (191,30) ».

Di questo progetto si occupò il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nell'Assemblea Generale del Luglio 1933. I lavori alla Miorina furono compiuti nel periodo immediatamente precedente la 2ª guerra mondiale e nei primi anni di essa.

Le ricerche su modello di cui tratta la Relazione De Marchi [3] vennero suggerite dallo stesso Fantoli nel 1938 allo scopo di abbreviare il periodo sperimentale da effettuare per il fiume agli effetti della regolazione e della sistemazione. Le esperienze riprodussero il tronco fluviale in discorso lungo quasi 3 km, assumendo per scala delle lunghezze il rapporto 1:100, rapporto da considerare assai elevato per una indagine da eseguirsi al coperto, in laboratorio.

Rimandando alla pubblicazione ora citata per i particolari, è qui da ricordare le conclusioni che posero in evidenza la notevole riduzione delle portate derivabili che il Dosso dei Murazzi provocava, pur con sbarramento della Miorina completamente aperto, negli stati di magra per cui i deflussi divenivano fortemente deficitari rispetto a quanto necessario per il soddisfacimento delle utenze. Precisamente il De Marchi concludeva: « *per assicurare la erogabilità di* 200 m^3/sec « *anche con il lago a quota* (192,50) *a Sesto, occorre* « *praticare uno sbancamento del Dosso dei Murazzi* « *e di un certo tronco a monte e a valle, per circa* « 90000 m^3. *Se tale sbancamento è fermato in profon-* « *dità alla quota* (190,60) *occorre portarne la larghez-* « *za a* 150 m. *Potrebbe forse bastare uno scavo meno* « *profondo, se la larghezza fosse elevata a* 180 m: *però* « *il volume di escavo presenterebbe un rilevante in-* « *cremento* ».

2 - Lavori eseguiti dal Consorzio del Ticino

Come si è già accennato, in conformità del progetto Fantoli, e in seguito al parere del Consiglio Su-

periore dei Lavori Pubblici, con D.R. 6.6.1940, N. 3344 e con Disciplinare 24.6.1940, N. 3680, venne assentita al Consorzio del Ticino la concessione (col contributo statale del 60 %) per la costruzione, manutenzione ed esercizio dell'opera regolatrice dell'invaso del Lago Maggiore da costruire sul fiume Ticino, in Comune di Golasecca, in corrispondenza della rapida Miorina, circa 3 km a valle del ponte ferroviario di Sesto Calende.

Come si è detto i limiti della regolazione erano stabiliti alle quote (— 0,50) e (+ 1,00) dell'idrometro di Sesto Calende (rispettivamente quote [192,516] e [194,016] della livellazione I.G.M. in vigore nel 1939). Successivamente a titolo sperimentale, venne autorizzato per il periodo 15 Novembre-28 Febbraio l'aumento dell'invaso fino a (+ 1,50).

Il Decreto di concessione ed il relativo Disciplinare — in relazione anche ad accordo convenuto con il Governo Elvetico — prevedevano la sistemazione del Dosso dei Murazzi mediante asportazione del materiale al disopra di quota (191,00) per una larghezza di circa m 180.

I lavori principali vennero eseguiti dal Consorzio negli anni dal 1938 al 1943, come già detto. Essi riguardarono la costruzione dello sbarramento e delle strutture murarie della conca di navigazione in sinistra, oltre che la sistemazione locale delle sponde. Fin da allora vennero approvvigionate anche le parti meccaniche della conca le quali, però, non sono state messe in opera, stante per ora l'assenza di navigazione nel tronco di incile del fiume.

All'atto esecutivo lo sbarramento, che era stato progettato del tipo Poirée, è stato realizzato con portine del tipo Chanoine completamente abbattibili in modo da ricostituire la soglia a (191,10) per 200 metri di larghezza durante gli stati di morbida e di piena, con livello lacuale più elevato dei limiti stabiliti dalla concessione. Solo ingombro dell'alveo restano le tre esilissime pile di sostegno del ponte di manovra.

Nella fotografia di fig. 2 sono visibili le portine, che sono 120, parzialmente aperte. In primo piano la campata di accesso del ponte, sopra la conca; questa campata come l'ultima pure essa di accesso, in sponda destra, sono di costruzione assai recente. Sopra il ponte sono visibili i carri di manovra e, per il più vicino, si vede anche la gru di agganciamento delle portine.

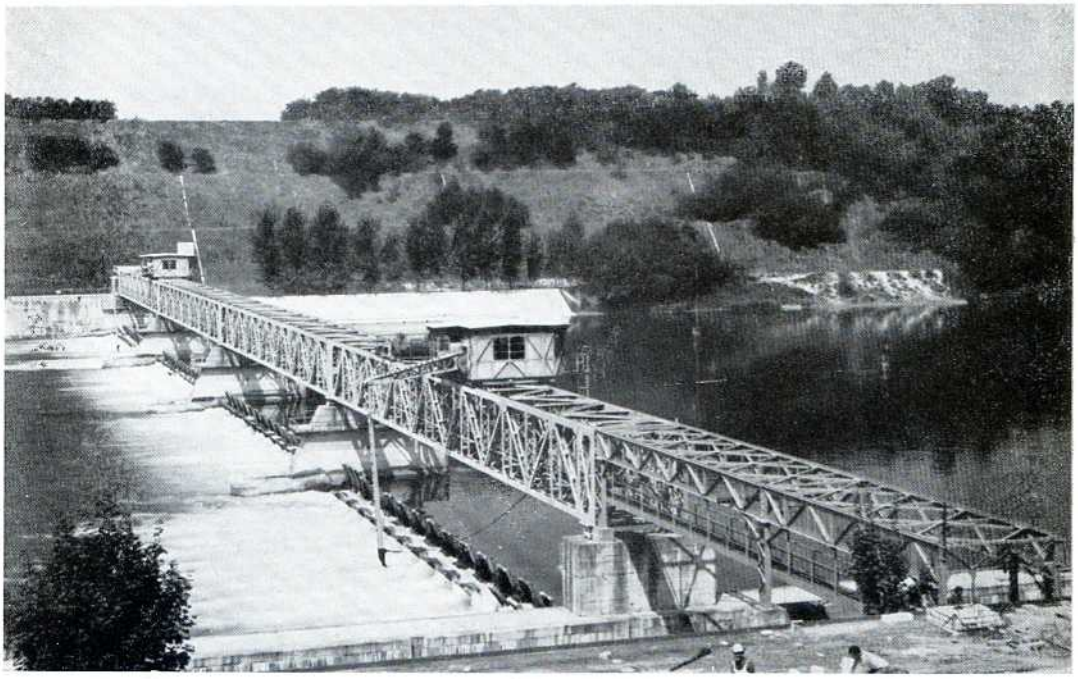

Fig. 2 - Lo sbarramento della Miorina visto da valle, dalla sponda sinistra.

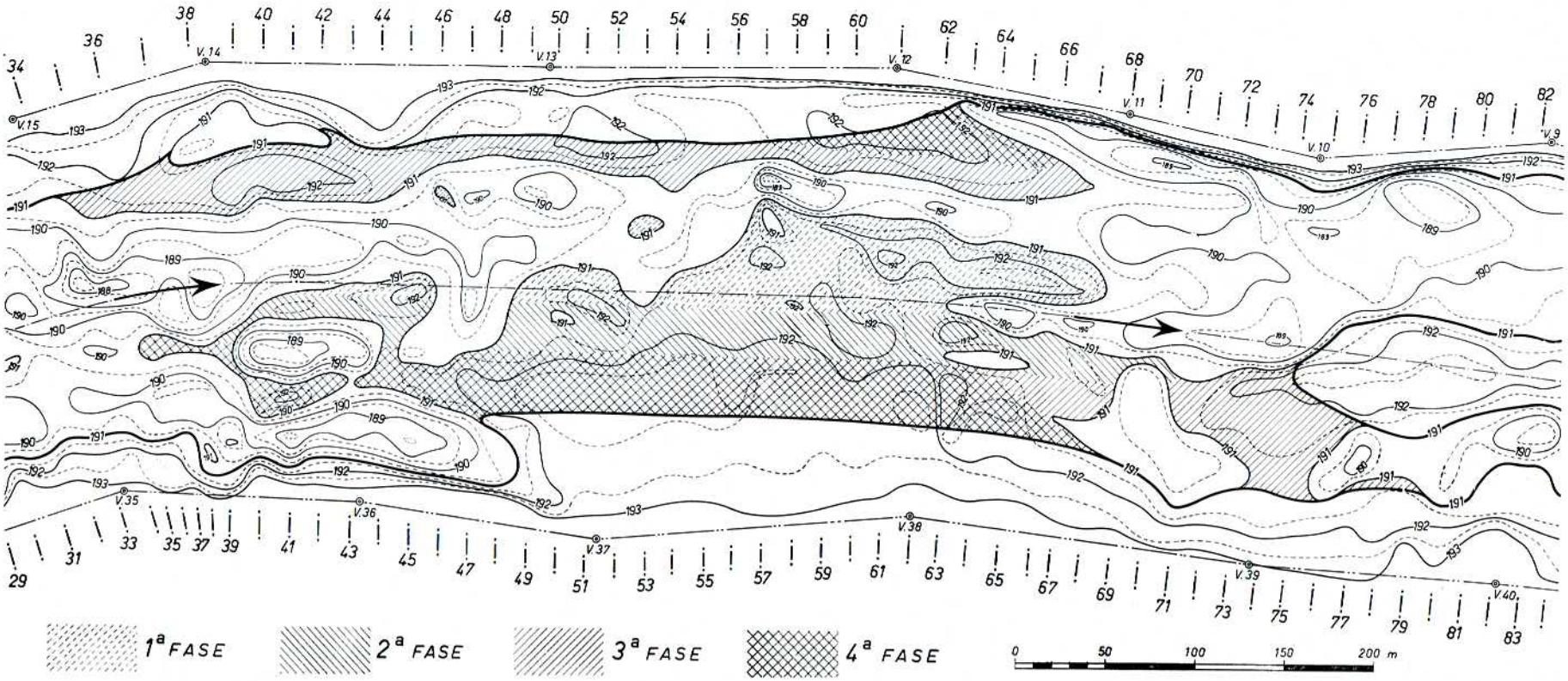

Fig. 3 - Fiume Ticino. Planimetria della sistemazione del Dosso dei Murazzi con l'indicazione delle zone di sbancamento effettuato con le diverse fasi dei lavori.

Va tenuto presente che un certo incremento di portata della bocca emissaria del Lago Maggiore si era già ottenuto in sede di costruzione dello sbarramento, con la sistemazione e con l'abbassamento della cresta della rapida Miorina in corrispondenza della quale — come già detto — era stato costruito lo sbarramento stesso. Perciò il Consorzio, anche in relazione alle difficoltà causate dallo stato di guerra e dal periodo postbellico, ritardò per circa un decennio l'inizio della sistemazione dei Murazzi. Solo nel 1954, in base al progetto 30.12.1953 redatto dal Consorzio stesso e che prevedeva scavi per complessivi 45.000 m³ circa, si potè dare corso ad una prima fase di scavo allo scopo di allargare la zona del fondo avente quota non superiore a (191,00), zona la quale risultava molto stretta in corrispondenza al Dosso dei Murazzi, come risulta nella planimetria di fig. 3.

Nella detta planimetria sono segnate le tracce delle sezioni dell'alveo del Ticino considerate fin dal 1939 e cioè prima dell'inizio dei lavori per la regolazione a serbatoio del Lago Maggiore. Naturalmente le sezioni stesse, dalla 33 alla 80, sono state rilevate prima e dopo ogni fase degli scavi per valutare l'importo dei lavori di ogni fase. Per il rilievo delle quote furono disposte due poligonali — una in sponda sinistra ed una in sponda destra — delle quali la fig. 3 mostra le parti comprese fra i vertici 9 e 15 e fra i vertici 35 e 40, rispettivamente in sponda sinistra e in sponda destra.

Con diversi tratteggi in fig. 3 sono segnate le zone oggetto degli scavi nelle diverse Fasi.

Gli scavi della 1ª Fase ammontarono a circa 8.000 m³.

Al fine di rilevare gli effetti del lavoro eseguito con la 1ª Fase — e specialmente per controllare il comportamento del fondo del fiume per il quale si temeva, infondatamente come poi si è visto, che gli scavi avessero alterato l'equilibrio che nei secoli si era stabilito fra i diversi materiali di cui il fondo stesso è costituito — solo nel 1956 venne dato corso ad una 2ª Fase di scavi, per complessivi altri 10.000 m³ circa, sempre per allargare (verso il centro del fiume) la striscia del fondo avente quota non superiore a (+ 191,00) (v. fig. 3).

Nel 1958 è stata eseguita la 3ª Fase, per circa altri 12.500 m³; e nell'inverno 1962-63 si è dato corso alla 4ª ed ultima Fase, asportando gli ultimi 16.500 m³ circa di materiale.

Con le 4 Fasi sono stati pertanto asportati complessivamente circa 47.000 m³ di materiale come previsto

Fot. 1 - Il complesso dei natanti, dell'escavatore e dell'autocarro adoperati nei lavori della 3ª e 4ª Fase degli sbancamenti.

Fot. 2 - L'escavatore e la benna a spicchi adoperati nella 3ª e 4ª Fase dei lavori.

nel progetto approvato e oggetto della concessione al Consorzio, creando in corrispondenza del Dosso dei Murazzi un alveo con fondo a quota non più elevata di (191,00) per una zona ovunque larga circa 150 m.

3 - Modalità di esecuzione degli scavi

Il lavoro è stato eseguito con pagamento a misura, per appalto a licitazione privata coll'assistenza dell'Ufficio del Genio Civile di Milano per ognuna delle 4 Fasi. I lavori hanno avuto sempre corso regolare: la 1ª Fase con l'Impresa Broggi di Sesto Calende, la 2ª Fase con l'Impresa Feroldi di Parma, la 3ª Fase con l'Impresa Unione S.p.A. di Parma, e la 4ª Fase ancora con l'Impresa Feroldi di Parma.

Nella 1ª Fase il lavoro venne eseguito con una draga a secchie di potenza alquanto limitata. Vennero incontrate notevoli difficoltà nella esecuzione degli scavi, in parte dovute alla natura del materiale da rimuovere (strato superficiale di ciottoli con dimensioni medie di cm 5 ÷ 15, e sottostante strato argilloso bluastro molto consistente, tanto da provocare slabbrature alle secchie della draga) ed in parte dovute ai numerosi pali infissi nel fondo del fiume (probabili residui di antiche pescaie) che provocavano frequenti scarrucolamenti della catena delle secchie.

La 2ª Fase venne iniziata con draga più potente, con risultati migliori; l'Impresa appaltatrice nella seconda parte di questa fase potè attrezzarsi in modo definitivo come subito diremo e con risultati assai soddisfacenti.

Sopra un adatto natante (fot. 1) venne montato un escavatore provvisto di benna a spicchi (fot. 2) che fu in grado di asportare ogni materiale (ciottoli, argilla ed anche i pali infissi nel fondo); altri natanti, ognuno

Fot. 3 - Il natante con l'autocarro carico dei materiali di risulta è rimorchiato a riva.

portante un autocarro sul piano superiore, venivano rimorchiati nel fiume (fot. 3) fino a fianco dell'escavatore così che la benna poteva scaricare direttamente sugli automezzi, i quali scendevano poi a terra (foto 4) in corrispondenza di apposito pontile costruito sulla riva sinistra, e portavano alle discariche il materiale di risulta. Con questa attrezzature vennero eseguite la 3ª e la 4ª Fase, con buoni risultati anche per la precisione della quota di scavo per la quale il Capitolato ammetteva soltanto la lieve tolleranza di ± 0,10 m rispetto alla prescritta (191,00).

Agli effetti della resa del lavoro di scavo e della quantità di materiali che sono stati portati alle discariche, le 4 Fasi hanno avuto comportamenti diversi. Nella 1ª Fase lo scavo medio giornaliero risultò di circa 47 m³; ma il materiale trasportato alle discariche si riduceva a circa la metà di quello scavato; l'altra metà venne perduta nel fiume asportata dalla corrente che dilavava le secchie.

Nella 2ª Fase lo scavo medio risultò di circa 105 m³ al giorno; il materiale trasportato nelle discariche fu circa il 53 % di quello scavato.

Nella 3ª Fase lo scavo medio giornaliero risultò di circa 120 m³; il materiale trasportato alle discariche fu circa il 68 % di quello scavato.

Infine nella 4ª Fase lo scavo medio giornaliero risultò di circa 133 m³; il materiale trasportato alle discariche salì a circa il 75 % di quello scavato. Naturalmente l'aumento del materiale da portare alle discariche verificatosi nella 3ª e nella 4ª Fase ha avuto un riflesso sfavorevole circa la rispondenza fra le previsioni di spesa e il consuntivo.

4 - Considerazioni sui lavori e sugli effetti della eseguita sistemazione fluviale

Gli scavi hanno incrementato la sezione liquida d'alveo consentendo il passaggio di maggiori portate con diversi incrementi di queste in relazione ai diversi livelli del lago: ciò, naturalmente, quando lo sbarramento sia completamente aperto, perchè in caso contrario la portata defluente nel fiume è regolata dalle manovre dello sbarramento stesso.

Qui di seguito sono riportati gli incrementi delle aree liquide correlativi a diverse importanti posizioni del livello liquido del lago: dato lo scopo informativo di questa relazione abbiamo limitato il riferimento alle sezioni 54 e 58 che sono state scelte come esempio.

Fot. 4 - Il natante con l'autocarro carico è a riva per sbarcare e trasportare i materiali di risulta alle discariche.

Incremento dell'area liquida nelle sezioni n. 54 e 58 per effetto delle varie fasi della sistemazione del Dosso dei Murazzi.

Sezione n.	Prima della 1ª Fase	Dopo la 1ª Fase	Dopo la 2ª Fase	Dopo la 3ª Fase	Dopo la 4ª Fase
	Area liquida m²	Area liquida m²	Area liquida m²	Area liquida m²	Area liquida m²
Con pelo acqua a quota (192,50) corrispondente alla quota (— 0,50) all'idrometro di Sesto Calende.					
54	167,123	171,188	209,626	225,780	282,281
58	158,744	209,506	234,126	243,971	305,859
Con pelo acqua a quota (193,00) corrispondente alla quota (0,00) all'idrometro di Sesto Calende.					
54	269,599	274,103	312,550	328,862	394,474
58	271,349	323,443	348,062	357,908	419,796
Con pelo acqua a quota (193,50) corrispondente alla quota (+ 0,50) all'idrometro di Sesto Calende.					
54	390,798	395,831	434,521	450,590	516,315
58	393,133	444,388	469,007	478,847	540,619
Con pelo acqua a quota (194,00) corrispondente alla quota (+ 1,00) all'idrometro di Sesto Calende.					
54	514,669	519,890	559,821	574,590	640,377
58	515,755	567,163	591,777	601,616	663,386

Si osservi che fra l'area liquida rilevata in precedenza alla 1ª Fase e l'area liquida rilevata dopo la 4ª Fase si sono avuti i seguenti incrementi percentuali, in corrispondenza delle diverse altezze idrometriche del lago:

Sezione n.	quota (— 0,50) incremento %	quota (0,00) incremento %	quota (+ 0,50) incremento %	quota (+ 1,00) incremento %
54	69	46	32	24
58	92	56	37	29

Durante l'esercizio dello sbarramento si sono colte le occasioni nelle quali si è dovuto aprire tutto lo sbarramento stesso per trarre qualche elemento circa l'aumentata efficienza dell'incile del lago, agli effetti delle portate defluenti, in conseguenza dei lavori effettuati al Dosso dei Murazzi: ciò si è verificato durante le magre molto pronunciate del lago allorchè le porte dello sbarramento dovevano essere tutte aperte per consegnare la massima portata possibile alle utenze a valle; e si è verificato durante le piene allorchè il livello lacuale superava la quota (+ 1,00) in primavera-estate e la quota (+ 1,50) in inverno, che sono i limiti massimi dell'invaso consentiti dalla concessione.

Incidentalmente è da precisare che il limite (+ 1,50), corrispondente all'invaso utile di 420 x x 10^6 m^3, corrisponde a concessione invernale assentita poliennalmente; mentre è in corso d'istruttoria l'assentimento sperimentale, con determinate cautele, anche durante il periodo estivo.

Così si è potuto riscontrare che — rispetto alle portate defluenti dal lago a regime naturale prima della sistemazione — le portate defluenti dopo la sistemazione presentavano i seguenti incrementi:

a) dopo la seconda fase dei lavori:
20 m³/sec durante le magre con quote lacuali al disotto dello (0,00); 30 ÷ 40 m³/sec durante le piene ordinarie con quote lacuali (+ 1,00 ÷ 1,50);

b) dopo la terza fase dei lavori, con i livelli lacuali precedentemente detti:
dell'ordine di 35 ÷ 40 m³/sec in magra e di circa 50 m³/sec in piena ordinaria;

c) la quarta fase è ultimata da poco tempo e la passata stagione irrigua estiva ha presentato larga eccedenza di portate naturali disponibili; onde è mancata per ora l'occasione di osservare gli effetti degli ultimi lavori nei riguardi delle magre. Si può perciò affermare soltanto che gli incrementi di portata sono stati dell'ordine di 70 m³/sec con le piene ordinarie corrispondenti alle quote (+ 1,00) e (+ 1,50) del lago, limiti della concessione;

d) nulla si può dire, per ora, per più elevati stati di piena.

E' da porre in evidenza che questi incrementi di portata sono in ottima corrispondenza con quelli deducibili dalle esperienze compiute sul modello nel Laboratorio d'Idraulica di Milano, quando si tenga ovviamente conto della diversità fra la larghezza e la profondità quali sono risultate per l'alveo effettivamente sistemato del Ticino e le corrispondenti dimensioni delle sezioni sistemate che furono considerate nelle indagini sul modello.

Nell'occasione che ora si presenta di parlare della officiosità dell'incile del Lago Maggiore ci pare interessante rendere noto un curioso fenomeno osservato verso la fine estate dell'annata 1962, allorchè il lago era già in eccezionale magra e vivissime erano le preoccupazioni circa la possibilità di arrivare, sia pure con portate assai ridotte, alla fine del periodo irriguo che la tradizione lombarda fissa all'equinozio di autunno (21-22 settembre).

Orbene, verso la fine di Agosto come si è detto,

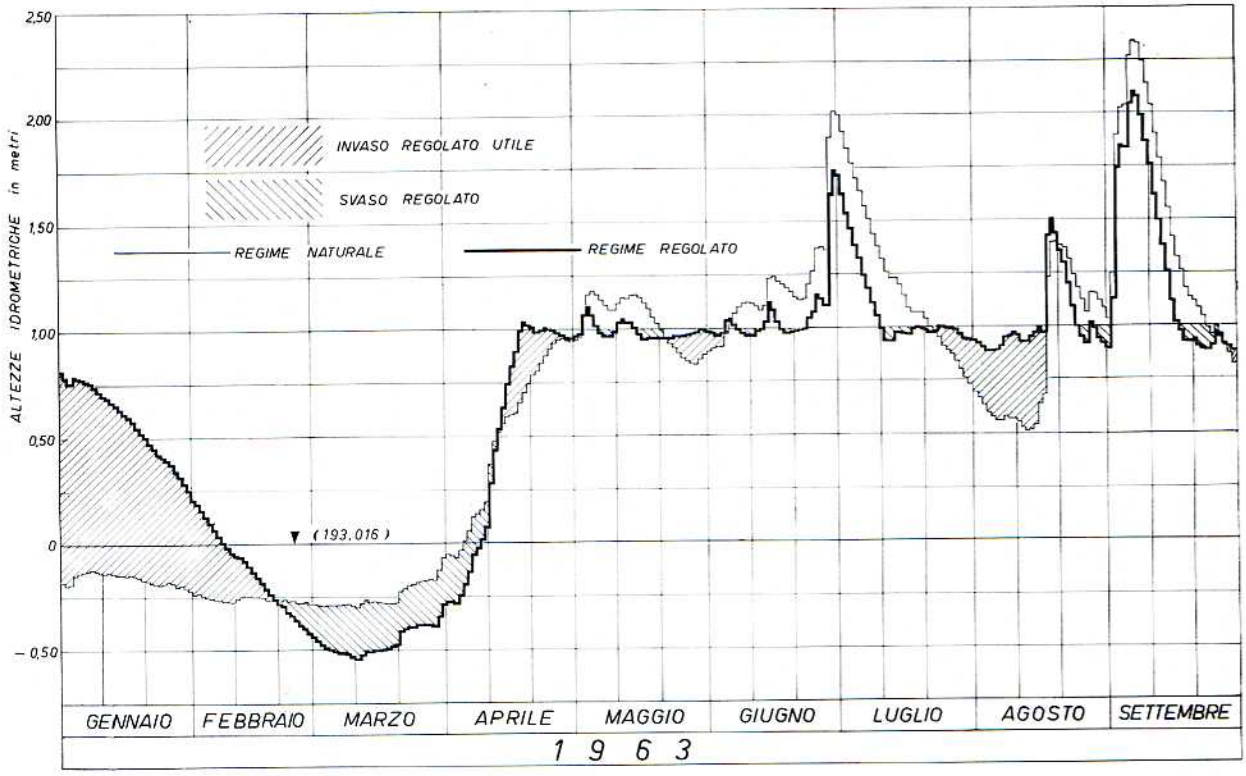

Fig. 4 - Fiume Ticino. Altezze idrometriche all'idrometro di Sesto Calende (zero a 193,016 s.l.m.) in « regime regolato » con sistemazione fluviale ultimata.
Per confronto le altezze idrometriche che si sarebbero verificate in « regime naturale ».

con livello lacuale intorno allo zero, all'atto della completa apertura dello sbarramento la quota del livello liquido immediatamente a monte di esso si abbassò velocemente di alcuni decimetri e la portata si ridusse moltissimo venendo a mancare nettamente la corrispondenza col livello nel lago a monte di Sesto Calende. Le portate uscenti dallo sbarramento completamente aperto erano assai basse, più piccole pure di quelle normali per il livello lacuale stesso prima che fosse fatto qualunque lavoro di regolazione alla Miorina e di sistemazione ai Murazzi; in altre parole portate assai più piccole di quelle corrispondenti al regime naturale del lago.

Un immediato controllo fece constatare che in corrispondenza dei Murazzi si era stabilita in pochissimo tempo una notevole vegetazione di lunghe erbe acquatiche, mai verificata prima di allora; tali erbe formavano ostacolo al deflusso della corrente cambiando in modo deciso l'area utile della sezione e la resistenza del tronco del dosso il quale, così sempre più, era diventato tronco di controllo delle portate derivabili dal lago.

Venne subito provveduto al taglio delle erbe, con una falciatrice galleggiante, dopo di che si potè constatare il ripristino della portata del fiume correlativa alla quota del lago, secondo la scala verificata nell'autunno 1961 e nella primavera 1962.

E' chiaro che gli incrementi di portata ora erogabili per effetto della sistemazione fluviale, durante le magre consentono di soddisfare le utenze anche con quote di lago in corrispondenza delle quali, prima della sistemazione del Dosso dei Murazzi, era necessario operare sensibili riduzioni perchè le portate richieste non passavano dalla bocca emissaria.

Va tenuto tuttavia presente che erogando portate maggiori le riserve contenute nel lago possono venire esaurite in più breve tempo per modo che, quando le magre siano assai prolungate nel tempo, potrebbe verificarsi il caso di giungere a dovere più tardi ridurre ancor più drasticamente le consegne alle utenze a valle della diga; si tratta evidentemente di adoperare con giudizio una maggiore possibilità che, in se stessa, è certamente un bene.

In proposito è da segnalare che nelle ultime quattro stagioni (estate 1961; inverno 1961-62; estate 1962; inverno 1962-63) la possibilità di maggiori portate derivabili dalla bocca emissaria ha consentito di arrivare alla fine delle stagioni stesse con sacrifici per gli utenti assai minori di quelli che si sarebbero verificati — in analoghe circostanze idrologiche — prima della sistemazione del Dosso dei Murazzi, pur avendo tutti gli anni completamente esaurito le riserve invasate nel lago.

La maggiore officiosità della bocca emissaria ottenuta con i lavori alla Miorina e con la sistemazione del Dosso dei Murazzi ha dato luogo a notevoli benefici anche agli effetti delle piene del lago, come può rilevarsi dal confronto fra i diagrammi idrometrici del lago che si sarebbero verificati in « regime naturale » e quelli ottenuti in « regime regolato ».

In materia si ha ormai ampia esperienza perchè il Consorzio del Ticino, fino dal primo giorno della regolazione (1.12.1942) e giorno per giorno, calcola i valori della quota del lago e delle portate « *naturali* », ossia che si sarebbero verificati con la bocca emissaria quale era prima di ogni lavoro, e questi valori vengono continuamente posti graficamente a confronto con gli analoghi che si verificano realmente; dall'inverno scorso a confronto con i valori effettivi, a lavori ultimati, quali risultano dal normale esercizio della regolazione.

In fig. 4 è riportato il diagramma relativo al periodo Gennaio-Settembre 1963 che, come si è detto, ha seguito immediatamente il completamento dei lavori di sistemazione ai Murazzi. Agli effetti delle piene sono da riguardare specialmente i livelli lacuali al disopra della quota (+ 1,50) per cui dalla fig. 4 si vede che la intumescenza verificata a fine Giugno e al principio di Luglio è stata ridotta di oltre 27 cm, per merito della regolazione e dei lavori fluviali che essa ha richiesto. Interessante, in proposito, è anche ciò che è avvenuto ai primi di Settembre: l'abbassamento della intumescenza dei livelli è stato di 25 cm.

Il lieve eccesso della quota regolata avvenuto nella seconda decade di Agosto non ha importanza sia per la sua scarsa entità sia perchè si è verificato a bassi livelli. E' invece importante rilevare che la regolazione ha ben mantenuto, e per lungo tempo, quella quota lacuale di circa (+ 1,00) che i rivieraschi considerano ottima tanto da usare gli appellativi di « *acque tonde* »

e di « *bel lago* » fino a che lo specchio d'acqua non si eleva oltre la (+ 1,50).

5 - Ringraziamenti

Chiudendo questi cenni brevi e particolari della vita del Consorzio del Ticino, sono lieto dell'occasione che mi permette di ringraziare pubblicamente la piccola famiglia di coloro che hanno con me collaborato negli Organi Amministrativi del Consorzio; personalmente mi è poi caro di ringraziare l'Ing. Luigi Binda, Direttore del Consorzio, e il Rag. Walter Segurini, Segretario del Consorzio, i quali da ormai molti anni mi hanno dato il loro prezioso e cordiale aiuto in ogni circostanza.

Milano, Settembre 1963

BIBLIOGRAFIA

[1] *Società Italiana per condotte d'acqua.* Chiusa d'invaso nell'emissario del Lago Maggiore a Sesto Calende. Relazione di progetto a firma Darvino Salmoiraghi e Giovanni Schiavoni in data Gennaio 1902. Stab. Cromo Tipo-Litografici Marchi Ripalta Bietti & C.

[2] *Consorzio del Fiume Ticino.* Costituito fra le Provincie di Milano-Novara-Pavia. Relazione Tecnica di G. Fantoli al progetto in data Novembre 1924. Ulteriore utilizzazione irrigua e industriale del F. Ticino mediante la regolazione del Lago Maggiore.

[3] *Prof. Giulio De Marchi.* Sistemazione dello sbocco del Lago Maggiore. Ricerca sperimentale su modello. « Memorie e Studi » dell'Istituto d'Idraulica e Costruzioni Idrauliche del Politecnico di Milano. 30 Ottobre 1940. Tipi Bertieri, Milano, 1940.

[4] *Gaudenzio Fantoli.* Il regime idraulico dei laghi. Hoepli. Milano, 1897.

[5] *Ciro Poggiali.* Eugenio Villoresi. La Stampa Commerciale. Milano, 1956.

Finito di stampare il 28 novembre 1963
nella Tipografia De Silvestri - Milano